ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА
ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
НАУКА И ИСКУССТВО

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

БОЛГАРСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик ТОДОР ПАВЛОВ

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
професор, д.ф.н. Ф. Т. АРХИПЦЕВ
професор, д.ф.н. ПАНАЙОТ ГИНДЕВ
професор, д.ф.н. А. П. ШЕПТУЛИН

ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

„Наука и изкуство“ София 1973

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

професор, к.ф.н. АСЕН КЫТОВ
професор СВЕТОСЛАВ СЛАВКОВ
д.ф.н. В. С. ТЮХТИН
професор, д.ф.н. Б. С. УКРАИНЦЕВ
професор, д.ф.н. А. Д. УРСУЛ

Труд создан коллективом видных советских и болгарских философов и выдающихся ученых-естественников к XV Всемирному философскому конгрессу (Варна, сентябрь 1973 г.). В нем подводятся определенные итоги уже проделанных многочисленных исследований в области теории отражения и намечаются важные направления дальнейшей работы в этой фундаментальной области диалектико-материалистической философии. Вместе с тем в нем творчески ставится и решается ряд новых актуальных проблем теории отражения, выдвинутых развитием современного научного познания, развертывающейся научно-технической революцией, практикой строительства социализма и коммунизма, развитием мирового революционного движения и задачами идеологической борьбы с современными буржуазными и ревизионистскими философскими концепциями.

Труд состоит из трех книг, каждая из которых посвящена определенному аспекту ленинской теории отражения, представляющему интерес для того или иного круга читателей. Взятые же в целом три книги труда составляют систематическое изложение ленинской теории отражения в свете достижений современной науки. В них показано, что эта теория является основой решения ряда фундаментальных современных проблем марксистско-ленинской философии, что она оказывается весьма плодотворной в своих приложениях к осмыслению многих ключевых проблем современной науки.

Первая книга труда — „Отражение, познание, логика“ — посвящена раскрытию основных положений и принципов теории отражения, имеющих общеметодологическое значение для решения как философских, так и конкретно-научных проблем. Наряду с этим здесь рассматривается ряд актуальных проблем теории отражения и теории познания.

Особое внимание уделено таким недостаточно разработанным проблемам теории отражения, как диалектика субъекта и объекта в теории отражения, активность отражения на всех уровнях движения материи (и в частности активность человеческого познания как отражения действительности), специфика научного познания как отражения, научно-техническая революция как особая форма единства практики и познания, чисто теоретические термины в познании, логическая семантика в свете теории отражения и др. Позитивной разработкой этих и других

проблем теории отражения авторы данной книги показывают несостоятельность буржуазных и ревизионистских философских концепций, в которых ленинская теория отражения подвергается необоснованной критике.

Над первой книгой работали следующие авторы.

Предисловие к книге написал академик БАН Тодор Павлов. *Главу 1* „Идея В. И. Ленина об отражении как всеобщем свойстве материи" написали к. ф. н. *И. А. Якушовайте* (первый параграф) и профессор, д. ф. н. *Б. С. Украинцев* (второй параграф); *главу 2* „Субъект и объект в теории отражения" написал профессор, д. ф. н. *Ф. Т. Архипцев*; *главу 3* „Активность отражения" — старший научный сотрудник, д. ф. н. *Стефан Василев*; *главу 4* „Адекватность отражения" — профессор *Асен Кытов*; *главу 5* „Биологическое отражение действия фундаментальных законов неорганического мира" — академик АН СССР *П. К. Анохин*; *главу 6* „Сознание как высшая форма отражения действительности" — профессор, д. ф. н. *Е. В. Шорохова*; *главу 7* „Исторические предшественники диалектико-материалистической теории познания" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Панчо Русев*; *главу 8* „Человеческое познание как отражение действительности" — профессор, д. ф. н. *Д. П. Горский*; *главу 9* „Эмпирическое и теоретическое как ступени человеческого отражения действительности" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Г. А. Давыдова*; *главу 10* „Диалектические противоречия познания" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Петр Велчев*; *главу 11* „Теоретический характер познания как отражения действительности" — академик АН СССР *Б. М. Кедров* (первый параграф) и профессор *Гиргин Гиргинов* (второй параграф); *главу 12* „Взаимосвязь практики и познания" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *С. Н. Смирнов*; *главу 13* „Проблемы теории истины" — профессор д. ф. н. *И. С. Нарский*; *главу 14* „Информация и познание" — к. ф. н. *Митрю Янков* (первый параграф) и профессор, д. ф. н. *Е. К. Войшвилло* (второй параграф); *главу 15* „Проблема так называемых чисто теоретических терминов в познании" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Сава Петров*; *главу 16* „Образ и знак" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *А. А. Ветров*; *главу 17* „Методы познания в свете теории отражения" — профессор, д. ф. н. *Ангел Бынков*; *главу 18* „Категории диалектики в свете теории отражения" — профессор, д. ф. н. *А. П. Шептулин* (первый и второй параграфы) и к. ф. н. *Недялка Михова* (третий параграф); *главу 19* „Теория отражения и логическая семантика" — к. ф. н. *Е. Д. Смирнова*; *главу 20* „Проблема значения в свете теории отражения" — научный сотрудник *В. И. Локтионов*; *главу 21*

„Математические абстракции как отображение реальности — профессор *Святослав Славков* (первый параграф) и профессор, д. ф. н. *Г. И. Рузавин* (второй параграф); *главу 22* „Современные „критики" ленинской теории отражения" — профессор *Гиргин Гиргинов* и старший научный сотрудник, к. ф. н. *Деян Павлов.*

Во второй книге — „Теория отражения и современное естествознание" — раскрыто методологическое значение ленинской теории отражения для развития современного естествознания. Здесь показано, что эта теория, с одной стороны, впитывает в себя достижения современной науки, а с другой — помогает осмыслению многих важных вопросов научного познания в самых различных областях науки, становится все более действенной, плодотворной методологической основой решения проблем дальнейшего развития физики, биологии, химии, кибернетики и других естественных наук.

Вторая книга подготовлена следующими авторами.

Предисловие написал академик БАН Тодор Павлов. *Главу 1* „Проблема активности отображения" написал профессор, д. ф. н. *Б. С. Украинцев*; *главу 2* „Принцип причинности и теория отражения" — член-корреспондент БАН *Азаря Поликаров*; *главу 3* „Логические структуры в процессе отражения" — доцент, к. ф. н. *С. М. Шалютин*; *главу 4* „Гипотеза в современной науке" — старший научный сотрудник, д. ф. н. *Л. Б. Баженов* и научный сотрудник, к. ф. н. *Б. Н. Пятницын*; *главу 5* „Принцип отражения и математика" — академик АН УССР *Б. В. Гнеденко*; *главу 6* „Идея вероятности и проблемы отражения" — д. ф. н. *Ю. В. Сачков; главу 7* „Общенаучное значение принципа отражения" — академик АН СССР *А. И. Берг,* старший научный сотрудник д. ф. н. *Б. В. Бирюков,* профессор, д. ф. н. *И. Б. Новик*; *главу 8* „Квантовая механика и действительность" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Георги Братоев*; *главу 9* „Физическая реальность и ее отражение в понятиях квантовой физики" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Л. Г. Антипенко*; *главу 10* „Проблемы обоснования физического знания в свете теории отражения"—старший научный сотрудник, к. ф. н. *Е. А. Мамчур* ; *главу 11* „Теория отражения и проблемы современной астрономии" — академик АН СССР *В. А. Амбарцумян* и старший научный сотрудник, к. ф. н. *В. В. Казютинский*; *главу 12* „Химия и проблема отражения" — доцент, к. ф. н. *Кирил Томов*; *главу 13* „О познании сущности явлений наследственности" — академик АН СССР *Н. П. Дубинин*; *главу 14* „Биологические информационные гиперструктуры как формы отражения" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *В. И. Кремянский*; *главу 15* „Активность биологи-

ческого отражения" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Владимир Цонев*; *главу 16* „О некоторых проблемах адекватности биологического познания" — старший научный сотрудник, к. ф. н. *Р. С. Карпинская*; *главу 17* „Биологические ритмы в свете теории отражения" —к. ф. н. *А. С. Кардашева*; *главу 18* „Эмоции, чувства и воля как формы отражения действительности" — профессор, д. м. н. *К. К. Платонов,* д. ф. н. *Георгий Шингаров* и к. ф. н. *А. В. Шмаков*; *главу 19* „Отражение, информация, управление" — профессор, д. ф. н. *А. Д. Урсул*; *главу 20* „Кибернетическая теория опознания и теория отражения" — старший научный сотрудник, д. ф. н. *В. С. Тюхтин.*

В третьей книге — „Теория отражения и обществознание" — рассматривается специфика применения ленинской теории отражения к познанию социальных явлений. Здесь с точки зрения теории отражения раскрываются общие принципы методологии познания социальных явлений, проблема субъекта и объекта социального познания, анализируются формы и структура общественного сознания, раскрываются значение и функции познания социальных явлений.

Третья книга подготовлена следующими авторами.

Предисловие написал академик *Тодор Павлов. Главу 1* „Основные направления развития современного обществознания" написал академик АН СССР *П. Н. Федосеев*; *главу 2* „Теория отражения и некоторые проблемы специфики социального познания" профессор, д. ф. н. *Панайот Гиндев*; *главу 3* „Теория отражения и методология познания социальных явлений" — профессор, д. ф. н. *В. Ж. Келле* и к. ф. н. *Н. И. Макешин*; *главу 4* „Социальное и биологическое в эволюции человека" — академик АН СССР *Н. П. Дубинин*; *главу 5* „Природа интересов и их роль в детерминации общественного сознания" — д. ф. н. *Стойко Попов*; *главу 6* „Превратная" идеология и принцип отражения" — к. ф. н. *Й. Элез*; *главу 7* „О методологии анализа структуры общественного сознания" — профессор д. ф. н. *М. Я. Ковальзон*; *главу 8* „Общественная наука как объект социологического анализа" — к. ф. н. *Н. И. Макешин*; *главу 9* „Сущность политического и правового сознания" — к. ф. н. *Диньо Гырдев* (первый параграф) и к. ф. н. *Георги Наумов* (второй параграф); *главу 10* „Некоторые философские вопросы теории права" — член-корр. АН СССР *Д. А. Керимов*; *главу 11* „Принцип отражения и регулятивные функции сознания" — к. ф. н. *Васил Момов*; *главу 12* „Теория отражения и искусство" — д. ф. н. *Стефан Василев* (первый параграф), к. ф. н. *Н. Л. Лейзеров* (второй и третий параграф), профессор *Атанас Стойков* (четвертый параграф); *главу 13* „Отражение и религия" — профессор

Николай Мизов; *главу 14* „Значение и функции социального знания при социализме“ — профессор, д. ф. н. *В. Ж. Келле*; *главу 15* „Соотношение теории и практики в строительстве социализма и коммунизма“ — профессор, д. ф. н. *Г. Е. Глезерман*; *главу 16* „Место и роль социального познания в деятельности социального субъекта“ написал д. ф. н. *Тодор Вылов*; *главу 17* „О методологических основах научного управления обществом“ — член-корр. АН СССР *В. Г. Афанасьев*; *главу 18* „Теория отражения и прогнозирование“ — к. ф. н. *Митрю Янков*; *главу 19* „Наука, организация, социальное управление“ — д. ф. н. *Марко Марков.*

В литературном редактировании принимали участие к. ф. н. *Г. А. Давыдова* и *Е. И. Годунская.* Научно-техническая работа проведена сотрудниками Института философии АН СССР *Р. И. Абдухановой, Н. И. Джохадзе, А. А. Рябининой, Т. Я. Кордюковой* и *М. М. Шаповаловой* и сотрудниками Института философии БАН *Б. Шадовым* и *Б. Георгиевой.*

РАЗДЕЛ I

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

ГЛАВА 1

ПРОБЛЕМА АКТИВНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ

Одной из главных и сложных проблем ленинской теории отражения является проблема активности процесса отображения, а также его результата — собственно отображения как воспроизведения особенностей оригинала в изменениях свойств, состояний или структуры отображающей системы.

В некоторых естественных и общественных науках рассматриваются частные случаи этой общефилософской проблемы на уровне развитых, сложных форм отображения. Как правило, частные случаи получают и частные решения в трудах психологов, историков, литературоведов и т. д., анализирующих воздействие тех или иных конкретных отображений действительности (в психике, в художественных произведениях, политических доктринах) на поступки и умы людей, на ход общественного развития, на процессы преобразования обществом мира.

Все эти частные решения вносят значительный вклад в подготовку общего философского решения проблемы активности отображения, поскольку позволяют взглянуть на генетический ряд форм отображения с позиций развитых, высших форм, помогают увидеть в неразвитых формах зародыши развитых, в конкретном обнаружить абстрактное, присущее всем формам отображения. Однако ни одно из таких частных решений не раскрывает проблемы активности отображения в целом, в ее общефилософском значении, так как, строго говоря, являясь описанием признаков активности той или иной конкретной формы отражения, не дает ответа на вопрос о сущности активности всех форм отображения действительности, начиная от простейших и кончая такими высокоразвитыми, как индивидуальное и общественное сознание.

Найти общий критерий степени и характера активности отображения при рассмотрении проявлений активности какой-то одной из высших форм отображения очень трудно из-за сложности и специфики предмета исследования. Видимо, для нахождения общего критерия определения характера активности следует применить марксовский метод восхождения от абстрактного к конкретному, то есть начинать с определения элементарных и в силу своей элементарности абстрактных черт активности, присущих относительно активным формам отображения, а затем реконструировать эволюцию этих элементарных черт на пути превращения их в развитые, богатые определениями характеристики высших форм отображения. Ниже предпринимается попытка поставить некоторые вопросы, касающиеся решения пе́рвой половины упомянутой задачи.

1. Понятие относительной активности отображения

В отношении материи в целом активность правомерно определить как непрерывно реализующуюся способность к самодвижению. Эта активность абсолютна в силу абсолютности самой материи и её атрибута— движения.

Понятие активности материи в целом имеет принципиальное значение для научного миропонимания и теории отражения. Вместе с тем при рассмотрении активности конкретных материальных образований определение активности как самодвижения всей материи становится недостаточным из-за относительного характера активности тех или иных конкретных материальных систем в процессах их взаимодействия.

Все материальные системы активны постольку, поскольку в процессе взаимодействия с другими системами они вносят свой вещественный, полевой, энергетический и структурный вклад в его общий результат. Однако этот вклад у разных материальных систем неодинаков.

Активность нефункциональных (физических) систем не простирается дальше, и глубже реактивности, обусловленной физическими параметрами взаимодействующих систем и условиями самого взаимодействия. При реактивности отсутствует внутренне предопределенная *до* взаимодействия направленность систем на достижение определенного результата взаимодействия, некоторым образом независимого от других взаимодействующих систем. В подобной реактивности нет даже намёка на *„инициативу"* и хотя бы относительную *свободу выбора поведения,* какой располагают даже простейшие функциональные[1] (самоуправляемые) системы.

Активность функциональных систем качественно отличается от динамизма физических систем наличием и использованием относительной свободы выбора поведения, посредством которого достигается внутренне предопределенный функциональной системой и необходимый ей для продолжения функционирования результат взаимодействия с внешней средой.

Существенным показателем качественного скачка в характере активности при переходе от нефункциональных к функциональным системам является рост *относительной независимости* функциональных систем по отношению к внешней среде. Эта относительная независимость превращается в отчетливо выраженную *автономию* функциони-

---

[1] П. К. Анохин определяет функциональную систему как „такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фиксированного полезного результата" (П. К. Анохин. „Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем". М., 1971, стр. 28). К функциональным можно отнести все самоуправляемые системы, начиная от живых систем и кончая искусственными (техническими) самоуправляемыми системами.

рования, которая определяется в бо́льшей мере внутренними законами развития функциональной системы, чем законами изменения внешней среды, но осуществляется за счет усвоения веществ и энергии внешней среды.

Качественное изменение активности при переходе от физических (нефункциональных) систем к функциональным системам сопровождается изменением характера активности и повышением степени её интенсивности. При этом следует учитывать различие между масштабами активного действия и степенью активности. Так, например, масштабы действия падающей со скалы воды несоизмеримо больше масштабов активных действий прыгающего в траве кузнечика. Зато степень активности поведения кузнечика несоизмеримо выше степени активности водопада. Кузнечик активней водопада потому, что он может выбирать и выбирает своё поведение в соответствии со своими потребностями и сообразуясь с внешней средой. Более того, он может изменять среду своего обитания, перемещаясь в пространстве в поисках наиболее подходящих для жизни условий. В этом смысле у кузнечика бо́льшая способность к самодвижению, чем у текущей в реке воды. В свою очередь, более высоко организованные функциональные системы активней систем с низкой организацией.

Высокая относительная активность функциональных систем выражается в их *приспособлении* к внешним условиям их функционирования и, что важнее, в *преобразовании* самих внешних условий применительно к потребностям этих систем (например, устройство гнезд птицами, рытье нор некоторыми животными, постройка плотин бобрами и т. д.). Высшим проявлением относительной активности следует считать преобразование обществом мира и самого себя на основе познанных объективных законов и в соответствии с потребностями самого общества.

Когда мы говорим об относительной активности тех или иных материальных образований, необходимо всегда иметь в виду, что любая относительная активность является конкретным проявлением, конкретной формой самодвижения материи. Вне взаимодействия материальных систем не существует феномена активности. Активность как самодвижение и самодеятельность не имеет иного проявления, кроме самодвижения и самодеятельности материальных систем со всеми их свойствами в процессах их взаимодействия с другими материальными системами.

Возникает вопрос: можно ли говорить об активности свойств материальных систем, в том числе и такого свойства материи, как отражение? Или же вернее говорить об активности результата реализации свойства, в том числе отображения как продукта процесса отражения? По-видимому, постановка вопроса об активности непосредственно свойства не совсем корректна, так как реальность свойств материальной системы определяется реальностью самой системы и её отношения к другим системам. Свойство есть проявление активности материальной системы в целом. Вместе с тем свойство, будучи отношением, выступает в виде процесса, *результат* которого *приобретает некоторое относительно самостоятельное значение.*

Отражение является свойством всей материи. Это свойство проявляется по-разному у различных материальных систем в виде специфических для них процессов отображения. Каждый такой процесс отображения имеет своим результатом воспроизведение особенностей оригинала в особенностях изменений процессов отображающей системы при её взаимодействии с оригиналом. Этот результат приобретает относительно самостоятельное значение при взаимодействии отображающей системы с оригиналом или другими системами, и о нем правомерно говорить как об активном продукте реализации свойства отражения материи в конкретной материальной системе.

При этом следует иметь в виду *неразрывную связь* отображения и отображающей системы. Сущность этой связи состоит в том, что отображение не существует вне и помимо отображающей системы (той же или качественно преобразованной); оно обладает реальностью в меру реальности процесса ее изменения под воздействием оригинала. Поэтому активность отображения проявляется не непосредственно, а *опосредствованно,* через активность материальных процессов отображающей системы при её взаимодействии с внешним миром. Сказанное в одинаковой мере относится к активности простейших отображений в неживой природе, к активности более сложных форм отображения в живой природе и к активности высших проявлений человеческого духа, т. е. познания.

Реальность идеального — высшей формы отображения — целиком определяется реальностью его материальной основы и носителя. Идеальное существует как высшая форма проявления свойства отражения материи, как продукт процесса отображения особым образом организованной материальной системы. Активность идеального не может осуществляться и проявляться без и вне деятельности его материального носителя, без и вне практических действий отдельных людей, классов и общества в целом.

2. Условия возникновения высокоактивного отображения

Формы отображения, начиная от физической и кончая социальной, можно, абстрагируясь от характера активности, классифицировать по признаку *степени их активности.* Представим многообразие форм отображения в виде некоторого ряда, каждый последующий член которого отличается от предыдущего бóльшей активностью. При этом необходимо выяснить: какой член ряда, начиная от наименее активного, может быть объектом изучения элементарных черт активности отображения, которые в развитом виде характеризуют активность всех последующих, все более сложных и развитых форм отображения.

На первом месте упомянутого ряда стоят формы отображения в неживой природе. Для простоты назовем их физическими формами отображения. По активности различные физические формы отображения мало чем отличаются друг от друга. Их общей особенностью является

то, что активность каждой разновидности физического отображения в основном определяется не содержанием отображения, а способом, средствами осуществления отображения. Содержанием отображения служат более или менее адекватно воспроизведенные особенности оригинала. Способ, средства осуществления отображения слагаются из изменений процессов отображающей системы под воздействием оригинала.

Для физических форм отображения характерно то, что по способу своего осуществления они не отличаются от общей реакции отображающей физической системы на воздействие оригинала. Физическая форма отображения сливается с этой реакцией, и её активность не выходит за рамки реактивности физической отображающей системы. При этом воспроизведение особенностей оригинала, то есть основное содержание отображения, не играет существенной роли в определении характера активности этой формы отображения.

Данное обстоятельство позволяет все физические формы отображения, отличающиеся друг от друга только *способом* своего существования, *свести в один тип активности*, занимающий низшую ступень нашего ряда.

Остальные места ряда занимают все более усложняющиеся формы отображения действительности функциональными системами. Назовем их функциональными формами отображения. Для всех этих форм характерна иная активность, в основном определяемая *содержанием* отображения (воспроизведенными особенностями оригинала), а не способом его осуществления. Последний уже отличается от способа общего поведения системы и, как правило, не сливается с ним при взаимодействии системы с внешней средой.

Объясняется это тем, что самоуправляемые системы могут функционировать при условии „согласования" своего поведения с особенностями внешней среды. Поэтому самоуправляемым системам необходимо в своих процессах воспроизводить особенности окружающей среды и состояние своих элементов, чтобы учитывать их при выборе дальнейшего поведения. При этом *способ, средства воспроизведения играют второстепенную, а содержание отображения решающую роль.*

Принципиальное различие характера активности физических и функциональных форм отображения может быть положено в основу разделения всех форм отображения на реактивные и высокоактивные. Реактивная форма начинает упомянутый ряд форм отображений. Однако по характеру активности она выпадает из ряда, так как черты этого характера активности в последующих членах ряда не получают развития, а регрессируют.

По этой причине объектом изучения элементарных черт более высокой активности должна стать простейшая форма функционального отображения. Естественно, что такое изучение может и должно вестись с позиций некоторого знания характера активности высших форм функционального отображения, в которых эти элементарные черты просвечивают так, как абстрактное просвечивает в конкретном.

Переход от физических к функциональным системам знаменует собой качественный скачок в характере активности отображения. Поя-

вление первых функциональных, живых систем на нашей планете и превращение процессов отображения из рядового физического явления в один из основных принципов функционирования самоуправляемых систем явились решающим материальным условием возникновения высокоактивных форм отображения действительности, которые начинают прогрессировать вместе с эволюцией живой природы, а затем природы и общества.

Относительно активным объект (вещь, процесс, результат процесса) становится в том случае, если он взаимодействует с другими объектами в качестве самостоятельного образования, противопоставляющего себя другим образованиям как предметам своей деятельности. Рост активности некоторым образом обусловлен повышением относительной самостоятельности активной системы в отношении внешней среды.

Выше подчеркивалось, что отображение не может быть непосредственно активным началом. Его активность опосредствуется действиями носителя отображения — отображающей системы. В связи с этим имеет большое значение выяснение отношения собственно отображения как продукта процесса отображения со всеми остальными процессами отображающей системы.

По-видимому для того, чтобы отображающая система своим поведением опосредствовала деятельную сторону отображения, содержание последнего должно выступить как побудитель этого поведения. Иначе говоря, содержание отображения должно выполнять роль более активного начала по отношению к отображающей системе в целом, побуждающего последнюю к действиям, которые и будут опосредствованно выражать активность отображения. Такую роль активного начала последующего поведения отображающей системы отображение сможет выполнить, вычленившись из всех остальных процессов отображающей системы и став относительно самостоятельным в рамках системы.

Низкий уровень организации физических систем исключает возможность вычленения содержания отображения из общей реакции этих систем на внешние воздействия. Поэтому физические формы отображения ограничены по своей активности простым динамизмом реакции систем-носителей этих форм отображения.

Вычленение содержания отображения из всех остальных процессов отображающей системы становится необходимым для функциональных систем, так как для них отображение внешней среды и собственного состояния является решающим фактором продолжения функционирования.

Высокоактивное отображение действительности — одно из решающих средств процесса самоуправления. Это обстоятельство предопределило одну важную особенность эволюции живых систем: прогресс живых систем связан с процессом образования и совершенствования специализированных органов, основной функцией которых становится более адекватное отображение действительности. Так возникали различные рецепторы, органы ощущения, центральная нервная система и мозг как материальные средства, специализированные на отображении состояний самой живой системы и внешней среды без существенного

для целостности системы силового или энергетического взаимодействия с ней.

Некоторое обособление специализированными органами функции отображения в самоуправляемых системах выражало объективную необходимость в относительной автономии собственно отображения в рамках системы, при которой содержание отображения могло стать и становилось высокоактивным по отношению к самоуправляемой системе, побуждая её к согласованным с особенностями внешней среды и собственными возможностями действиям, направленным на выживаемость и дальнейшее развитие системы.

Важно подчеркнуть, что прогресс современной техники в этом отношении как бы повторяет эволюцию живых систем. Автоматизация производства и многих других процессов активной человеческой деятельности приводит к созданию искусственных функциональных систем, нуждающихся в многочисленных и разнообразных приборах, основное назначение которых состоит в выполнении функции отображения. Создание относительно автономно действующего „электронного мозга" и системы связанных с ним приборов-датчиков (искусственных отображательных устройств) обеспечивает повышение адекватности отображения и соответственно увеличение возможностей активного функционирования искусственных самоуправляемых систем.

Существенным условием повышения активности относительно автономного процесса отображения служит направленное воздействие содержания отображения на остальные параметры процессов функциональной системы. Содержание отображения — более или менее адекватное воспроизведение особенностей оригинала — всегда реализуется в виде изменения процессов (изменения их параметров) в отображающем, роль которого в высокоорганизованных функциональных системах выполняют *специализированные отображательные органы.* Это изменение значений параметров процессов в отображающем органе воздействует на силовые и энергетические процессы функциональной системы, заставляя их изменяться по закону, определяемому структурой отображения, которая, в свою очередь, воспроизводит структуру оригинала.

Такие модулирующие воздействия будут адекватны особенностям оригинала только в том случае, если взаимодействие содержания отображения с параметрами остальных процессов функциональной системы будет опосредствованно процессом информационной связи. Передача информации (особой формы содержания отображения, воплощенной в сигнале) по каналу связи обеспечивает односторонность действия отображения на остальные процессы функциональной системы (процессы обмена веществ и энергии) и „защищает" содержание отображения от их деформирующего воздействия.

Для того, чтобы адекватно отобразить действительность, содержание отображения не должно искажаться в процессе его активного воздействия на остальные параметры функциональной системы. Это, конечно, не значит, что процессы функционирования самоуправляемой системы не оказывают никакого воздействия на само отображение. Воздействие оказывается, но не силовое, а информационное, посредством

обратной связи. Такое воздействие обогащает содержание отображения, но не искажает его.

Следует также сказать, что преобразование отображения в информацию обеспечивает коммуникабельность самого отображения и тем самым повышает возможности его активного воздействия на характер поведения функциональной системы. Благодаря этому информационная форма, которую содержание отображения приобретает в функциональных системах, составляет одно из важнейших условий повышения его активности.

Не менее важным фактором повышения активности отображения является избирательность процесса отображения. В силу специфики конкретного взаимодействия и свойств взаимодействующих отображающей системы и оригинала отображение в любых формах всегда избирательно в смысле ограниченности реализации функции воспроизведения особенностей оригинала. Конкретная отображающая система способна отображать одни объекты, одни особенности оригинала и неспособна отображать другие. Подобная избирательность пассивна, она не направляется самим процессом отображения и не зависит от содержания отображения.

Сущность направленной избирательности процесса отображения состоит в способности отображающей системы оценивать свое место и значение в функционировании самоуправляемой системы и направлять процесс отображения на наиболее существенные для ее дальнейшего функционирования объекты. Высокоактивным отображение может стать при условии возможности осуществления выбора оригинала, объекта отображения.

Избирательность отображения в процессе взаимодействия функциональной системы с внешним для нее миром приобретает новое качество: отображающие элементы этой системы осуществляют поиск наиболее ценного объекта своей отображательной деятельности. Этот поиск выражается в том, что процесс отображения, как правило, направлен на преимущественное воспроизведение тех особенностей действительности, которые имеют жизненно важное значение для функционирования и выживания самоуправляемой системы.

3. Системный характер высокоактивного отображения и основные элементы его структуры

В зависимости от уровня организации отображающей системы и оригинала, а также от условий и характера их взаимодействия, содержание отображения бывает элементарным и системным. В простейших физических формах отображения (при некоторых условиях—при высоком уровне помех, при малой разрешающей способности и т. д.) содержание отображения не имеет четко выраженной структуры, поскольку отображающее изменением своего процесса воспроизводит какую-то одну особенность оригинала.

Более сложные физические системы при взаимодействии существенно изменяют друг у друга не один, а какое-то множество парамет-

ров. В этом случае содержание отображения не сводится к простой сумме воспроизведенных особенностей оригинала, а выражает уже связь этих особенностей, то есть включает в себя воспроизведение структуры оригинала. Такое содержание отображения является системой, которая в значительной степени определяется структурой оригинала. Элементами этой системы служат воспроизведенные отображающим особенности отображаемого.

В содержании такого отображения нет ничего от отображающей системы, кроме вносимых ею структурных упрощений из-за ограниченности её собственной структуры и тех возмущений, которые она внесла в процессы оригинала при своем взаимодействии с ним. Эти возмущения воспроизводятся отображающей системой в виде некоторого искажения особенностей оригинала.

При взаимодействии функциональной системы с окружающей её средой, содержание отображения всегда выступает в виде некоторой системы. Вместе с тем в отличие от сравнительно сложных физических форм отображения функциональное отображение имеет несколько аспектов системности. Для того чтобы соотнести свое поведение с внешней средой, функциональная система в отображении вычленяет себя из совокупности внешних для неё материальных образований, с которыми она взаимодействует, противопоставляет свою целостность внешнему миру как условию и одновременно препятствию её функционирования. Системность содержания функционального отображения определяется: структурой внешней для самоуправляемой системы среды, структурой функциональной системы в целом, а также структурой процесса функционирования самоуправляемой системы, структурой специализированных отображательных подсистем функциональной системы. И наконец, системность функционального отображения зависит от структуры самого процесса отображения и способа его осуществления.

Следует иметь в виду, что все упомянутые составляющие не существуют в обособленном виде. Они неразрывно связаны друг с другом, и система высокоактивного отображения не может иметь места хотя бы без одной из них.

В процессе функционирования самоуправляемые системы взаимодействуют с внешней средой и отображают её двумя способами: во-первых, изменением состояний всех или бóльшей части своих элементов под непосредственным физическим воздействием внешних факторов; во-вторых, изменением процессов в специализированных отображательных органах.

Первый способ отображения в принципе мало чем отличается от физических форм отображения, за исключением специфики средств воспроизведения особенностей внешнего мира. Второй способ хотя и имеет много общего с физическими формами отображения, значительно от них отличается своей функциональностью, возможностями адекватного отображения тех особенностей структуры внешнего мира, которые имеют решающее значение для самоуправляемой системы.

По этой причине важной составляющей структуры высокоактивного отображения является направленное и относительно высокоадек-

ватное воспроизведение специализированными отображательными органами особенностей и структуры внешней среды в процессе функционирования самоуправляемой системы.

Функциональная система имеет возможность согласовывать свое поведение с изменением параметров внешней среды в том случае, если ею отображается изменение состояний собственных её подсистем и элементов в их функциональном взаимодействии. Процесс согласования требует от самоуправляемой системы выявления не только тех параметров внешней среды, с которыми нужно сопрягать поведение системы, но и параметров самой системы. Последнее достигается посредством самоотображения функциональной системы.

Самоотображение существует и в неживой природе. В физических системах оно достигается при помощи внешнего объекта, партнера по взаимодействию, и выражается искажениями, которые вносит отображающая система в процессы оригинала при взаимодействии с ним. Таким образом, физической системе для самоотображения необходимо своеобразное внешнее „зеркало", в котором она может себя „увидеть".

Функциональные системы для самоотображения, как правило, не нуждаются во внешнем для них „зеркале". Для самоотображения функциональные системы в основном используют разветвленную сеть внутренних рецепторов и отчасти органы, предназначенные для отображения внешнего мира. Многочисленные рецепторы, объединенные в живых организмах центральной нервной системой и мозгом, а в искусственных самоуправляемых системах соответствующими счетно-решающими устройствами, иммитирующими интеллект, дают возможность воспроизвести в рамках функциональной системы иными средствами и в определенной подсистеме её собственную структуру и состояния почти всех элементов в процессе общего фукционирования данной системы. Это очень важная составляющая структуры высокоактивного функционального отображения.

Процесс согласования поведения самоуправляемой системы с особенностями внешней среды может быть завершен, если отображается ход самого взаимодействия системы с внешним миром и его результаты на решающих этапах. Поэтому воспроизведение структуры взаимодействия и его результатов образует неотъемлемую составляющую структуры высокоактивного отображения.

Специфическими составляющими структуры высокоактивного отображения являются отображения *тенденций* изменения внешней среды и поведения функциональной системы.

Для отображения тенденций развития необходимо сопоставление различных фаз процесса. Непосредственно отображением сопоставить различные фазы процесса невозможно из-за их разновременности. Однако сопоставить особенности процесса в разных его фазах можно опосредствованно, путем сопоставления отображений этих фаз. Для этого необходима фиксация содержания каждого из разновременных отображений в изменениях вещественных элементов отображающей системы, то есть в „памяти". Ряд фиксированных отображений представляет собой как бы проекцию развертывающегося во времени про-

цесса на структуру элементов — носителей „памяти“ функциональной системы. Для воспроизведения закона развертывания процесса во времени теперь уже достаточно отобразить ряд фиксированных отображений фаз в их генетической связи, то есть совершить операцию *отображения отображений.*

Отображение предшествующих отображений по существу является воспроизведением тенденции изменения действительности, и поэтому содержит в себе момент обобщения. Отображение отображений некоторым образом абстрактно, поскольку не является непосредственным процессом воспроизведения свойств конкретного материального образования средствами отображающего; оно представляет собой воспроизведение того общего, что имеется в отображениях многих оригиналов или многих состояний одного оригинала, то есть такого момента, который в каждом отдельном оригинале или состоянии одного оригинала сам по себе явно не выражен, а проявляется в процессе перехода от одного оригинала к другому или от одного состояния к другому.

Посредством отображения предыдущих отображений внешней среды, внутренних изменений функциональной системы и результатов её взаимодействия с другими объектами формируется „опыт“ функциональной системы, то есть складываются своеобразные „типовые“ программы поведения в различных ситуациях, схожих с теми ситуациями, в которых раньше система осуществляла „удачный“ выбор поведения, обеспечивающий оптимальный вариант её функционирования. Накопленный опыт — это концентрированное отображение прошлой истории системы — образует существенную составляющую структуры высокоактивного отображения.

Отображение отображений в виде воспроизведения тенденций процессов, опыт, обученность функциональной системы позволяет с высокой степенью вероятности прогнозировать наступление тех или иных событий во внешней среде и в самой системе. Такое предвосхищение П. К. Анохин охарактеризовал как опережающее отображение действительности[2]. Сущностью опережающего отображения является воспроизведение в отображающем наибольшей вероятности наступления какого-либо события в будущем, а не самого этого события, которое еще не наступило как действительность текущего момента.

Опережающее отображение основывается на опосредствованном отображении тенденции процесса, но оно не сводится к нему. Отличие опережающего отображения от отображения тенденции изменения состоит в том, что первое воспроизводит вероятность наступления конкретного события, а второе воспроизводит действительность абстрактного, то есть общего момента различных фаз процесса, генерального направления процесса изменения.

Опережающее отображение не ограничивается воспроизведением вероятности наступления того или иного конкретного события во внеш-

---

[2] См. П. К. Анохин. Опережающее отражение действительности. „Вопросы философии“, 1962, № 7.

ней среде. Функционирование самоуправляемой системы нуждается в прогнозировании её потребностей и способов их удовлетворения в ближайшем и отдаленном будущем. Поэтому опережающим становится и самоотображение функциональной системы.

Существенной составляющей структуры высокоактивного отображения является *целеполагание* как опосредствованное отображение прошлой истории, тенденций, реальных возможностей и потребностей самодвижения функциональной системы.

Научное понятие цели обозначает функциональное явление, которое состоит в направлении процесса функционирования на достижение определенного результата, необходимого для дальнейшего самодвижения функциональной системы. Цель как функциональное явление есть один из итогов предшествующей истории развития самоуправляемой системы и представляет собой одну из самых сложных форм опережающего отображения действительности.

Опережающее отображение в форме цели состоит в воспроизведении в отображающем реальной возможности и вероятности наступления определенного, необходимого для самоуправляемой системы события в результате её функционирования в конкретных изменяющихся внешних условиях. Такое отображение становится внутренней причиной направленного самодвижения функциональной системы.

Отображение в форме целеполагания неразрывно связано с отображением процесса целеосуществления. Последний некоторым образом сливается с процессом взаимодействия функциональной системы с внешней средой и вместе с тем относительно самостоятелен, так как является тем вкладом активной деятельности самоуправляемой системы, который она вносит в общий результат её взаимодействия с внешним миром. Во всяком случае, целеосуществление не исчерпывает полностью результат взаимодействия, так как он содержит нечто, не предусмотренное целеполаганием и привнесенное внешней средой.

Воспроизведение процесса целеосуществления в отображательных элементах и подсистемах служит, с одной стороны, средством контроля реализации исходной цели в соответствии с ней самой и, с другой стороны, средством корректирования исходной цели в ходе ее реализации в соответствии с условиями, слагающимися в промежутке времени между постановкой цели и её осуществлением.

Уровень активности функционального отображения зависит от степени его адекватности действительности в том смысле, что неадекватное отображение в принципе не может быть активным по той причине, что оно не ориентирует, а дезориентирует самоуправляемую отображающую систему в процессе её функционирования. Неполное или искаженное воспроизведение особенностей, структуры и тенденций изменения внешнего мира, собственных процессов отображающей функциональной системы, хода и результатов её взаимодействия с внешней средой уменьшает вероятность соответствия содержания *опережающего* отображения наступающим событиям, препятствует прогнозированию результатов функционирования самоуправляемой системы и тем самым ограничивает возможности её самодвижения.

Задаче самодвижения и выживания конкретных функциональных систем отвечает некоторая ограниченная степень адекватности отображения, которую можно было бы назвать прагматической адекватностью[3]. Так, для амебы отображение ею внешней среды в форме раздражимости является прагматически адекватным, достаточным для ее функционирования. Однако, если рассматривать адекватность отображения в более широком плане, под углом зрения возможностей прогресса организации функциональных систем и роста адекватности отображения, то прагматическая адекватность отображения конкретной функциональной системой внешней среды и самой себя предстает как неполная, поскольку она выражается воспроизведением в отображении отдельных особеностей оригинала или даже только факта его существования. Отображение, прагматически-адекватное для менее организованных функциональных систем является прагматически-неадекватным для более высоко организованных систем. По этой причине понятие прагматической адекватности недостаточно для понимания сущности процесса роста активности отображения и должно быть дополнено понятием адекватности отображения в смысле его соответствия всем особенностям оригинала.

Если прагматическая адекватность отображения, удовлетворяя задачам выживания функциональной системы в каких-то пределах изменения внешней среды, не имеет общей меры, то адекватность в более широком смысле слова имеет общую меру, выражаемую степенью соответствия отображения его оригиналу. Адекватность второго рода имеет определяющее значение в прогрессе функциональных систем, в совершенствовании форм отображения и повышения его активности.

Функциональные системы, менее адекватно отображающие действительность в смысле полноты воспроизведения ее особенностей, больше зависят от стихии внешних условий, чем системы, способные более адекватно отображать внешнюю среду, ход и результаты своего функционирования. Высокоорганизованные функциональные системы нуждаются в повышении адекватности отображения действительности. Такое повышение обеспечивается не только дифференциацией и совершенствованием отображательных средств функциональных систем, но и контролем адекватности отображения действительности.

---

[3] А. Д. Урсул определяет понятие прагматической адекватности как „соответствие целей (гносеологического или кибернетического) субъекта реализуемому результату... По существу это адекватность-ценность, а в более общем случае — тождество цели, программы и результата функционирования кибернетической системы“ (А. Д. Урсул, Информация. М., 1971, стр. 152). Считая понятие „прагматическая адекватность“ удачным для обозначения частного случая адекватности, мы вместе с тем рассматриваем это понятие в смысле достаточной степени адекватности отображения конкретной функциональной системой внешней среды, обеспечивающей её нормальное функционирование. Прагматически-адекватное отображение потому прагматично, ценно для системы, что оно *относительно верно* воспроизводит те или иные свойства оригинала.

Пожалуй, единственно надежным способом контроля степени адекватности отображения может быть регулярное сопоставление прогнозируемых посредством опережающего отображения событий с действительными событиями, воспроизводимыми в содержании текущего отображения результатов функционирования самоуправляемой системы. Иначе говоря, должно отображаться действительное соответствие поведения функциональной системы внутренним и внешним условиям её функционирования. Если результат функционирования, исходящего из отображения действительности, не согласуется с этой действительностью, то отображение было малоадекватным. Более адекватным оно будет в том случае, если результаты действий системы соответствуют её возможностям и характеру внешней среды. Поэтому одной из главных составляющих структуры высокоактивного отображения является воспроизведение хода самого процесса отображения и степени его адекватности оригиналу.

Рассмотренные основные составляющие структуры высокоактивного отображения представляют собой его основные функции и сами являются сложными системами. Этот вопрос требует специального рассмотрения, и мы на нем останавливаться не будем. Подчеркнем только, что общая структура конкретного высокоактивного отображени определяется структурой и законами самодвижения конкретной отоя бражающей функциональной системы.

4. Объективный критерий высокой активности отображения

Содержание отображения индуцируется оригиналом. Оригинал первичен, а его отображение вторично, производно. Это основной принцип всякого отображения. Вместе с тем содержание отображения существует как нечто внутреннее для отображающего, так как оно есть воспроизведение в отображающем первичного — оригинала.

Процесс отображения представляет собой один из видов перехода внешнего во внутреннее, посредством воспроизведения особенностей и структуры оригинала (внешнего) в изменениях процессов в отображающем. Последнее как бы ассимилирует внешний мир, репродуцируя его в себе в иной форме.

При физическом отображении внешнее репродуцируется непосредственно в особенностях реакции отображающей физической системы на внешние воздействия. В отличие от этого при функциональном отображении содержание направленного отображения внешнего мира, оставаясь производным от него, все больше приобретает черты внутреннего явления, не непосредственно, а опосредствованно связанного с внешней реакцией самоуправляемой системы на воздействия извне.

Содержание направленного отображения становится одной из *внутренних причин,* формирующих последующее поведение самоуправляемой системы. Эту причину правомерно охарактеризовать как внутреннюю в силу нескольких обстоятельств. Во-первых, поведение

самоуправляемой системы в значительной мере определяется не непосредственным текущим воздействием на неё внешней среды, а той информацией о среде, в которую преобразуется содержание отображения внешнего мира; во-вторых, направленность этого отображения диктуется внутренними условиями и потребностями функционирования системы; в-третьих, общая информационная причина выбора определенного поведения системы слагается из содержания отображения не только внешнего мира, но и содержания самоотображения, содержания отображения хода и результатов взаимодействия системы с внешней средой, цели функционирования и ряда других элементов, зависящих от имманентных законов функционирования самоуправляемой системы. Все эти элементы оказывают влияние на характер информационного причинения, вызываемого отображением внешних условий самодвижения функциональной системы.

Таким образом, содержание функционального отображения в его системно-целостном виде является производящим началом активных действий функциональной системы во внешней среде. Это дает основание признать *главным объективным критерием высокой активности отображения превращение его содержания в причину изменения поведения функциональной системы.*

Внешние признаки высокой активности отображения обнаруживаются в специфическом характере поведения отображающей системы, в его направленности на сохранение целостности и обеспечение возможностей дальнейшего самодвижения системы в условиях изменяющейся внешней среды.

Взаимодействуя с внешней средой, отображающая система может сохранить свою целостность и обеспечить возможности самодвижения двумя основными способами. Во-первых, отображающая система в определенных пределах может приспособиться к внешней среде, перестраивая свои процессы, несколько изменяя структуру и отдельные параметры без нарушения своей целостности. Во-вторых, отображающая система, если она достаточно высоко организована, может изменять сами внешние условия, приспосабливая их к задаче сохранения своей целостности и продолжения самодвижения.

Простое приспособление отображающей системы к внешним условиям уже указывает на наличие высокоактивной формы отображения действительности. Совершенствование приспособления означает дальнейший рост активности отображения действительности, так как все большее значение приобретают внутренние причины изменения поведения отображающей системы. Переход к приспособлению среды к потребностям отображающей системы означает появление очень активной формы отображения действительности, когда внешняя среда преобразуется в соответствии с её объективными законами, но уже сообразно потребностям и законам самодвижения отображающей системы.

Приспособительными и преобразовательными способностями обладают функциональные системы. Их поведение, как и реакция на внешние воздействия физических систем, является отображением внешней среды. Однако, в отличие от физических систем поведение функцио-

нальных систем является не непосредственным отображением внешней среды, а отображением, опосредствованным самоотображением и целеполаганием, в котором отображены и выражены потребности самодвижения функциональных систем.

Преобразующая окружающий мир деятельность высокоорганизованной функциональной системы является высокоактивным *отображением* действительности потому, что само преобразование осуществляется не вопреки, а в соответствии с законами действительности. Эти законы кладутся в основу преобразования как нечто внешне данное и отображенное, но они независимы от отображающего. Вместе с тем высокоорганизованная функциональная система располагает некоторыми возможностями организации условий, при которых объективные законы приводят к необходимым для нее результатам. В этом и состоит сущность высокой активности функционального отображения.

В заключение следует сказать, что если малоактивное физическое отображение может быть описано при помощи понятий физики, то высокоактивное функциональное отображение требует для своего описания и объяснения таких понятий, как „потребность“, „цель“, „приспособление“, „преобразование“, „планомерность“, „информация“, „относительная свобода выбора“ и ряда других, определения которых должны быть обогащены и уточнены на основе данных современной науки.

ГЛАВА 2

ПРИНЦИП ПРИЧИННОСТИ И ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ

Соотношение между теорией познания и принципом причинности, как и другими принципами, имеет различные аспекты. Принцип причинности может быть освещен с точки зрения теории познания. На этот счет существуют различные взгляды, в связи с чем возникают некоторые проблемы. С другой стороны, само познание можно рассматривать, исходя из концепции причинности. Это, в свою очередь, поднимает ряд проблем, по которым существуют различные концепции. Здесь мы попытаемся наметить и выяснить некоторые из них.

1. Принцип причинности и его теоретико-познавательная роль

Гносеологические позиции и понимание причинности. Причинность понимают различным образом в зависимости от теоретико-познавательной позиции (материалистической или идеалистической). Мы остановимся на некоторых типичных концепциях.

Характерна так называемая регулярная теория причинности Юма, который с точки зрения эмпиризма выступает против материалистического понимания причинности. Юм, как известно, исходит из того, что все суждения о фактах основаны на отношении причины и действия[1]. Все суждения, касающиеся причины и действия, рассуждал он, основаны на опыте, соответственно на предположении, что природа будет действовать однообразно или что будущее будет походить на прошлое. Это, однако, доказать нельзя. Опыт прошлого не может доказать ничего относительно будущего. Возможно, что природа изменит ход своих событий.

Важно обратить внимание на связь между отмеченным пониманием причинности и гносеологической установкой Юма. Отрицание объективно-реального существования общих законов, в том числе и причинности, следует из субъективно-идеалистических и эмпирических позиций его философии.

Эта концепция наталкивается на противодействие со стороны философов различной ориентации. Среди его оппонентов в современной буржуазной философии можно упомянуть Броада, Уайтхеда, Юинга

[1] См. D. Hume. An Inquiry concerning Human Understanding.

Дюкаса и Тэйлора. Учению Юма о том, что не существует логической необходимости причинных связей, иногда противопоставляют взгляд, что такая (логическая) необходимость существует (Дюкас). Этот взгляд, однако, является уязвимым. Наличие или отсутствие причинных связей или законов выводится не из логики, а из объективной действительности. Причинная обусловленность представляет собой частичку всеобщей взаимосвязи явлений. Будучи необходимой, она не является логической необходимостью. По данному поводу Карнап обосновано заявляет, что „если в законах природы существует необходимость, то она, разумеется, не есть логическая необходимость"[2]. Логическая необходимость существует лишь в сознании, в познавательной деятельности людей и является отражением необходимых отношений вещей, необходимого характера их причинно-следственной связи.

С другой стороны, некоторые философы — представители рационализма — придавали причинности смысл, аналогичный логическим законам, например, закону достаточного основания Лейбница.

Односторонность приведенных концепций пытался преодолеть Кант, заполнив рационалистическую схему (понимаемую идеалистически) эмпирическим содержанием, трактуемым в материалистическом плане. Согласно Канту, принцип причинности, подобно математическим положениям, есть синтетическое априорное суждение, то есть содержательное (информативное) суждение о понятиях, которое является необходимым и всеобщим. Хотя Кант и признает всеобщность и необходимость причинности и пытается через нее осмыслить взаимосвязь явлений, он отрицает ее принадлежность к явлениям, она привносится в мир явлений сознания, является лишь формой осмысления последних, априорной формой рассудочной деятельности.

Следует остановиться и на точке зрения Рассела, который считает, что между причиной и действием существует подобие, или перенос структуры причины в структуру действия. По его словам, везде, где одна сложная структура является причиной другой, структуры причины и действия должны быть в той или иной степени идентичными.[3]

Рассматриваемое утверждение не отличается ясностью. Неизвестно, что надо понимать под структурой по отношению к причине или к действию и о каком переносе структур здесь идет речь? Будучи в таком виде нереализуемым, данное требование легко опровержимо. В самом деле, возьмем какое-либо превращение одной формы энергии в другую, например, энергии фотона в кинетическую энергию электрона при фотоэлектрическом эффекте. Очевидно, что в этом случае трудно выяснить „структуру" причины и действия и показать их сходство (идентичность). Поэтому вполне обоснованным является возражние, указывающее на то, что отношение между причиной и действием нельзя

---

[2] См. R. Carnap. Philosophical Foundations of Physics. New York — London, 1966, p. 199.

[3] См. Б. Рассел. Человеческое познание. М., 1957, стр. 287, 500—501.

отождествлять с отношением между отражаемым и отражением. Кстати, по отношению к чувственному познанию это отмечали еще Демокрит, Галилей, Локк и др.

Некоторые авторы считают, что наряду с энергетической стороной в причинно-следственной связи существует и информационная сторона, поскольку из знания причины можно делать выводы о следствии, и наоборот[4]. Согласно этой точке зрения, следует делать различие между передачей всего количества информации от причины к действию (при динамических процессах) и неполной ее передачей (при статистических процессах). Кроме того, особо выделяется информационная причина, связанная с действием, обусловленным семантическим значением информации.

Принцип причинности, утверждающий, что нет явления, у которого не было бы причины, мы рассматриваем как отражение объективной причинной связи между явлениями. На первый взгляд может показаться, что нет ничего естественнее утверждения: „нет явления без причины". Однако, как только мы попытаемся расшифровать его значение возникает ряд вопросов, на которые можно дать — и даются — различные ответы. По проблеме причинности по сути дела сталкиваются все основные философские концепции и направления.

Утверждение о том, что нет явления (действия) без причины, ставит, прежде всего, вопрос о том, что́ такое явление, действие. Иногда в „действие" включаются не только события, но и свойства и даже вещи. С другой стороны (в духе постановки вопроса в классической динамике), прямолинейное равномерное (инерциальное) движение тел не считается явлением, которое порождается какой-то причиной. То же самое справедливо, согласно общей теории относительности, и для движения тел в гравитационном поле. Это своеобразная элиминация универсальных эффектов класса явлений — изменений путем подходящего преобразования теории[5]. Поэтому необходимо уточнить понятие „явление" как относящееся к изменению какого-то вида (по отношению к чему-то неизменному).

Далее, некоторые авторы понимают причину как нечто однородное или неоднородное с действием, то есть рассматривают ее как явление, свойство, вещь или совокупность условий. Соответственно оформляются различные возможные понимания причинного отношения или связи. В. Краевский, например, отмечает, что понятия причины и действия (как онтологических категорий) тесно связаны с четырьмя другими (онтологическими) категориями, а именно: с понятиями вещи, события, свойства и состояния. Если комбинировать их парами, абстрактно говоря, возможны 16 концепций; реальным же значением из них обладают лишь 5, а именно: точки зрения на причину и действие

---

[4] См. А. А. Марков. Что такое кибернетика? „Кибернетика, мышление, жизнь". М., 1964.

[5] См. H. Reichenbach. Philosophie der Raum-Zeit Lehre. Berlin—Leipzig, 1928, 5, 38.

как на вещи, как на вещь и событие, как на событие и свойства, как на свойство и событие, как на состояния[6].

Согласно Айеру, случаи, когда мы говорим о причинности, можно объединить в четыре главные класса: (1) объяснение фактов и законов с позиций более общих теорий, (2) объяснение поведения объектов на основе их состава и структуры, (3) когда состояние духа рассматривается как причина его проявлений и, наконец, (4) когда мы имеем дело с отношениями между событиями (явлениями)[7].

Эти концепции развивались как в рамках материализма, так и в рамках идеалистических философских систем.

Рассматривая далее причинное отношение, необходимо выяснить, порождает ли причина явление или просто предшествует ему, происходит ли это непосредственно или опосредствованно, последовательно во времени или одновременно, обладает ли это отношение необходимым характером, или оно случайно и т. д.

Ряд позитивистов, в частности, Карнап, считает, что причинное отношение означает предсказуемость или выводимость из законов (и условий). Типы причинности у него связаны с типами законов. При этом он имеет в виду потенциальную предсказуемость, то есть обусловленность[8].

Наконец, можно отметить вариантные концепции причинности, в частности, концепцию однозначной и неоднозначной причинности, интерпретацию причинности в духе холистской или дистрибутивной версии, то есть как относящейся ко всей Вселенной или к отдельным замкнутым системам и т. д.[9]

Особо важную роль в разработке проблемы причинности играет отмеченная В. И. Лениным закономерность развития процесса познания от сосуществования к казуальности[10] и его мысль, что исследование того, как в истории человеческой мысли понимались причины, дало бы теорию познания бесспорно доказательную[11].

Говоря о различных концепциях причинности, известных в истории философии, следует коротко остановиться на двойственном происхождении идей причинности в древности. С одной стороны, это понятие уходит своими корнями в определенные представления об обществе и морали. Считалось, например, что в обществе господствуют порядок и справедливость, в силу которых любой проступок карается соответ-

---

[6] В. Краевский. Проблема онтологической категории причины и следствия. „Закон, необходимость, вероятность", М., 1967.

[7] См. A. Ayer. Probability and Evidence. Bungay, Suffolk, 1972, p. 133.

[8] См. R. Carnap, Philosophical Formdations of Physics, p. 192, 201.

[9] См. „Закон, необходимость, случайность", стр. 60—63, 111—112 и др.

[10] См. В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 142—143, 298—301.

[11] Там же, стр. 311.

ствующим образом, а любое доброе дело вознаграждается. В таком духе в древности интерпретировалось равенство между действием и причиной.[12] С другой стороны, понятие причинности формируется как понятие о необходимости в природе (Демокрит).

В. Краевский считает, что путь исторического развития воззрений на причинность — это переход от учения о причине и действии как о вещах к учению о них как о событиях[13].

Между различными концепциями причинности происходила борьба. Особенно остро она велась между сторонниками расширительного и узкого понимания причинности, между эмпирическим и рационалистическим ее обоснованием, материалистической и идеалистической интерпретацией.

С диалектико-материалистической точки зрения существенно констатировать, что принцип причинности сформировался в процессе общественно-производственной практики как отражение и теоретическое осмысление соответствующих всеобщих форм связей людей с природой и между собой, всеобщих форм их жизни и деятельности.

О всеобщности принципа причинности. Принцип причинности имеет всеобщий характер. Таким он выступает, в частности, в формулировке Максвелла, согласно которой различие между двумя событиями зависит не от различия моментов времени или места, в которых они происходят, а лишь от различия в сущности, конфигурации или движения рассматриваемых тел[14].

В то же время известно, что существуют области знания и явления, к которым принцип причинности неприменим — не в том смысле, что они ему противоречат или опровергают его, а в том, что они безразличны (нейтральны) к нему. Примером может служить случай в математике, в частности геометрии: связь между сторонами треугольника не является причинной. Аналогично обстоит дело с рядом (сопутствующих) явлений в природе, между которыми не существует причинно-следственной связи, а также с явлениями пространственно-подобными, между которыми причинно-следственной связи быть не может[15].

Среди философских концепций причинности четко различаются три группы: (1) концепция расширительного понимания причинности, (2) концепции узкого понимания ее и (3) концепции, преодолевающие эти крайности и являющиеся их своеобразным синтезом.

Характерным примером первой группы концепций является учение Аристотеля о четырех причинах: формальной, материальной, целе-

[12] См. H. Kelsen. Society and Nature. Chicago, 1943. Цит. по R. Carnap, Philosophical Formdations of Physics, p. 204.

[13] В. Краевский. Цит. стат., стр. 291, 301.

[14] К. Максвелл. Материя и движение, М., 1924, стр. 11.

[15] Существуют и более радикальные попытки ограничения причинности и даже поддержки акаузальности (при интерпретации некоторых явлений в квантовой механике).

вой и производящей. Эта концепция, господствовавшая до эпохи Возрождения, и в настоящее время является почти общепринятой среди представителей неосхоластики (неотомизма).

Расширительным является представление о причине и следствии как о вещах, о свойствах и пр., о чем уже шла речь. К подобного рода концепциям относится и понимание причинности как механизма или сущности.

Та же самая тенденция обнаруживается в попытках свести причинность к функциональной зависимости.

Заслуживает внимания предложенная З. Цацковским классификация причинных связей в зависимости от однозначности или многозначности отношений. Положив в основу классификации указанный признак, он выделяет четыре группы причинных связей: одно-многозначные, много-однозначные, взаимнооднозначные и много-многозначные[16].

Включение наряду с классическими видами (взаимно-однозначной и много-многозначной) связей между причиной и действием также одно-многозначной и много-однозначной видов связей, делает причинную связь весьма общей и в то же время предельно неопределенной. Непонятно, какие же связи тогда не охватываются этой категорией.

В ряде случаев причинность определяют как проявление или существование в той или иной области действительности законов. Такого взгляда придерживается академик В. Фок. Последний считает, что принцип причинности в общем смысле следует понимать как признание существования законов природы и, в частности, тех, которые связаны с общими свойствами пространства и времени (конечная скорость распространения действий, невозможность воздействовать на прошлое)[17].

Некоторые авторы отождествляют причинность с взаимодействием. Такой взгляд, например, защищает Зиберс[18]. Сюда следует отнести и концепцию, согласно которой действие может предшествовать причине (Терлецкий, Гейзенберг, Цонка)[19].

Наконец, к расширительным представлениям о причинности относится мнение о том, что эта концепция является более общей, чем детерминизм, то есть всегда, когда имеет место детерминизм, существует причинность, но не наоборот. Такое разграничение, в частности, проводят некоторые физики, например, Борн[20].

---

[16] См. Z. Cackowski. Glowne zagadnienia i kierunki filosofii. Warszawa, 1966. Цит. по „Новые книги за рубежом по общественным наукам", 1967, № 6, стр. 33.

[17] В. А. Фок. Об интерпретации квантовой механики. „Философские проблемы современного естествознания". М., 1969, стр. 216.

[18] См. G. Siebers. Die kausale Notwendigkeit und das kausale Werden. München, 1951.

[19] Я. П. Терлецкий. Динамические и статистические законы, М., 1950.

[20] См. M. Born. Natural Philosophy of Cause and Chance. New York, 1964.

Противоположные воззрения на причинность возникли в качестве оппозиции на концепцию Аристотеля. Так, выступая против аристотелевского учения о четырех причинах, Дж. Бруно считал более важными действующую и материальную причины. Позже Галилей вообще отвергал указанный взгляд Аристотеля, так как, по его мнению, собственно причиной может быть названо только то, что всегда вызывает действие и с исчезновением чего исчезает действие[21].

Иногда под причинностью понимают вытекающую из законов движения однозначную связь между состояниями физических систем, позволяющую на основе нынешнего состояния определить (вычислить) будущее состояние. Таковы, как известно, законы механики (динамики), где состояние характеризуется парой канонических переменных: кинематических — координат (X_i) и динамических импульсов (P_i). Эта концепция относится к отдельным динамическим системам. Своей кульминации она достигает в известной формулировке Лапласа, распространяющей ее на всю вселенную (так называемая холистская концепция). В рамках этой концепции причинность можно понимать как связь состояний, имеющую универсальный (однотипный) характер[22]. Симптоматичны попытки абсолютизации этой концепции позитивистами вроде Франка[23], с целью поколебать представление о причинности вообще.

Имеет место также трактовка понятия причинности как тождественного понятию детерминизма или более узкому по объему, чем последнее. Типичной в этом отношении является концепция Бунге.

Наконец, существует концепция, связывающая причинность с передачей и превращением движения. Эта концепция ведет свое начало от Декарта и Лейбница, и известным ее представителем является Р. Майер. С точки зрения причинного взаимодействия различные случаи причинной связи совпадают с различными превращениями энергии. Как представление о равенстве между причиной и действием эта концепция существовала уже в древности.

Диалектико-материалистическую концепцию причинности разработал Ф. Энгельс. Согласно этой концепции одно движение является причиной другого, причем движение, выступающее в форме взаимодействия, составляет причину, а изменения, являющиеся результатом взаимодействия, — следствие[24].

---

[21] См. цит. по E. A. Burtt. The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science. London, 1967, p. 92.

[22] При этом делаются следующие неявные допущения: (1) о конечном числе материальных объектов, (2) о конечной системе первичных динамических законов, (3) о точной величине и возможности точного измерения параметров состояния и (4) об исчерпаемости описания состояния в классической механике (Г. Братоев. Квантова механика и причинност. София, 1970, стр. 110—112).

[23] См. P. Frank. Das Kausalgesetz und seine Grenzen. Wien, 1932, S. 31.

[24] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 595.

Характерной чертой диалектической концепции причинности является признание обратного влияния (воздействия) следствия на причину, то есть их взаимодействия. При этом причинность рассматривается как частный случай всеобщего взаимодействия[25,26].

Следует отличать причинную связь от обусловленности протекания процессов (или последовательности состояний). На это различие обратили внимание в свое время М. Борн, а также автор данной главы, затем А. Пап, М. Бунге, Г. Братоев, Г. Свечников, Е. Никитин и др. [27].

Наряду с причинными связями, при которых действие не имеет (обратного) влияния на причину или же это влияние незначительно, имеются причинные связи, где обратное влияние значительно, как, например, самоиндукция электрического тока; они охватываются так называемым принципом ле Шателье-Брауна. В подобных случаях говорят о нелинейной или циклической причинности. Этот случай имеет особое значение в функционировании кибернетических, в частности, саморегулирующихся систем.

2. Место принципа причинности в теории отражения

Причинная теория восприятия. С логической точки зрения причинность представляет собой своеобразное отношение, в то время как исторически учение о причинности эволюционировало, вообще говоря, от ее субстанционального понимания к реляционистскому[28].

В эволюции гносеологических концепций наблюдается обратное движение. В частности, взгляды на познание как на отношение (презентационизм) в ходе исторического развития гносеологии были заменены пониманием познания как самостоятельного в известной мере явления, обусловленного воздействием материальной действительности (репрезентационизм).

В разработке репрезентационистской концепции возникает вопрос об отношении между восприятием и самими объектами. Естественно предположить, что они причинно связаны, что восприятия возникают в результате воздействия объектов на органы чувств (при участии всего познавательного аппарата). Такое понимание известно под названием причинной теории восприятия.

Причинная теория восприятия мыслима в различных вариантах: во-первых, можно утверждать, что восприятие является образом объекта, то есть его адекватным отражением; во-вторых, можно допустить,

---

[25] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 546—547.

[26] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 143, 146.

[27] А. Поликаров. Относительность и кванты. М., 1966, стр. 408.

[28] И. Апостолова. Развитие на схващанията за причинността. София, 1961, стр. 182—183.

что восприятие относится к объекту как к символу. Кроме того, можно считать, что причина и следствие не являются однородным по своей природе, что первая материальна, второе — идеально (материалистическая концепция). Но вместе с этим ряд авторов придерживается мнения, что причина (сами объекты) и следствие (восприятие) имеют идеальный характер (объективно-идеалистическая концепция).

Рассуждая по данному поводу, Уайт заявляет, что можно наметить следующие два возможных варианта причинной теории восприятия. Согласно одному, причинное „состояние вещей" или „обстоятельств" (заданных определенными высказываниями о чувственных данных), вытекающих из восприятия материальных объектов, объясняется существованием материальных объектов; согласно второму, восприятие материального объекта объясняется существованием этого объекта[29].

Одним из представителей точки зрения, рассматривающей связь восприятия и объекта как причинно-следственную, является Локк. По его мнению, в чувственном опыте мы непосредственно осознаем „идеи"[30]. Их можно разделить на идеи, которые не только представляют объекты, но и похожи на них, и идеи, которые представляют объекты, но на них непохожи[31]. А. Уузли резюмирует теорию Локка в следующих двух пунктах: а) в чувственном восприятии никогда не дан непосредственно объект в целом или часть его, а лишь что-то, причинно обусловленное объектом и представляющее его, б) некоторые из этих непосредственно представляющих объект данных похожи на качества, представителями которых они являются, другие же — нет[32].

Причинную теорию восприятия Локка, рассматривающую вторичные свойства как причинно обусловленные объектом, отвергают идеалисты вроде Беркли, Дж. Ст. Милля, Айера и др. Некоторые из них придерживаются мнения, что и первичные качества (в большинстве случаев) являются реляционными и, возможно, причинными свойствами. Эта теория имеет своих сторонников до сих пор. На идеалистической основе ее защищают Дьюкас, Юинг, Уайтхед и др. Комментируя взгляды Дюкаса, Хилл отмечает, что для него материальные объекты познаются путем причинных суждений об опыте восприятия. Он (Дюкас) избегает ошибки с чувственными данными и сохраняет максима-

---

[29] См. T. E. Hill. Contemporary Theories of Knowledge. New York, 1961.

[30] Различные философы обозначают и понимают их по-разному. Так, Юм говорит о впечатлениях, Кант—о представлениях. Для диалектического материализма — это образы или отображения (Ленин). Они образны в дословном или близком к дословному смысле (иконичны) только при зрительных восприятиях; на теоретическом уровне они семантичны.

[31] Д. Локк. Избранные философские произведения, М., 1960, стр. 128, 157.

[32] См. A. D. Woozley. Theory of Knowledge, London, 1967, p. 31.

льную близость объекта и восприятия в рамках причинной теории при помощи ее понятия о появлении [33].

Причинная теория восприятия подвергалась нападкам главным образом из-за ее репрезентационизма, а также (в изложении Локка и др. материалистов) и из-за ее материализма. Ее критики заявляли, что нет возможности установить сходство между восприятием (образом) и объектом.

Рассматриваемый вопрос связан с учением о так называемых чувственных данных, которые (а не объект) воспринимаются субъектом. Положение их — среднее между субъектом и объектом и им обычно приписывают независимую от сознания реальность.

Возможны различные толкования природы чувственных данных. Это хорошо показывает Прайс, утверждая, что не обязательно рассматривать их как события, субстанцию или состояния субстанции, как физические (части событий в материальных объектах), как связанные с мозгом или с духовной природой. Они могут быть результатом материальных процессов, духовных или и тех и других вместе, они могут быть последними компонентами мира, а все материальные вещи и разум — лишь их различными сочетаниями[34]. Обращая внимание на три возможных способа их понимания, Прайс считает, что чувственные данные являются не субстанциями, а событиями, принадлежащими материальным вещам.

Аналогичную постановку вопроса мы находим у Стоута, который считает, что это представления объектов, но что они, как и физические объекты, материальны[35], а также у Г. Мура, утверждающего, что определенное цветовое пятно будет существовать и после того, как мы перестанем воспринимать его. С его точки зрения, чувственные данные предполагают существование физических объектов. Взгляда, что чувственные данные не субъективны, не являются состояниями духа или компонентами таких состояний, придерживался и Рассел[36]. Он считал, что только благодаря непрерывной однозначной причинной цепи мы в состоянии судить об объектах, исходя из чувственных данных как событиях, совершающихся в нашей нервной системе[37].

Некоторые философы-идеалисты рассматривают чувственные данные как объективированные ощущения (в духе эмпириокритицизма). „Там,

---

[33] См. A. R. White. The Causal Theory of Perception. The Philosophy of Perception. p. 113.

[34] См. H. H. Price. The Concept of Sense-Data. „Meaning and Knowledge. Systematic Readings in Epistemology". New York, 1965, p, 409—410, 413, 417.

[35] См. J. Passmore. A Hundred Years of Philosophy, 1968, p. 197.

[36] См. B. Russell. Mysticism and Logic. London, 1963, Chp. VII, VIII; On the Philosophy of Science. Indianapolis ea., 1965, Part II, III.

[37] При этом, как уже отмечалось, Рассел придерживалс взгляда, признающего структурное сходство в причинно цепи.

где Мах использует ощущения, — замечает Чисголм, — другие феноменалисты могут использовать „видимость“ или чувственные данные“[38]. Это косвенно признает и Айер, защищая мнение о том, что в данном случае дело касается „конструирования“ мира материальных вещей из ресурсов чувственных данных.

Эта концепция чувственных данных подвергалась критике с различных точек зрения: как с позиций противников причинной теории восприятия, так со стороны ее сторонников, а также с идеалистических и материалистических или близких к ним позиций (Коллингвуд, Дейвис-Хикс, Буусма[39] и др.). Чувственные данные были квалифицированы как псевдо-сущности, не имеющие установленного места. Выступали также против утверждения о том, что все, что мы воспринимаем — это чувственные данные и что высказывания о чувственных данных являются основой познания, не подлежащей коррекции (Остин). Выдвигалось возражение против превращения чувственных данных в фундаментальное понятие при объяснении восприятий (Барнс)[40]. Некоторые авторы (Кемпбелл) считают чувственные данные фиктивным продуктом ошибочного эпистемологического анализа[41].

Указанную концепцию чувственных данных ряд авторов отвергают как противоречащую причинной теории восприятия (Хэрст)[42]. Квинтон отстаивает мнение о том, что высказывания об опыте не являются более надежными, чем высказывания об объектах. Последние, по его мнению, можно рассматривать как предпосылки, не нуждающиеся в дальнейшем обосновании[43].

Диалектический материализм в полном соответствии с современным естествознанием под восприятием понимает отражение человеком и животными предметов при их непосредственном воздействии на органы чувств в виде целостных чувственных образов. Восприятие человека формируется в процессе общественной практики. Маркс и Сеченов обратили внимание на такую особенность восприятия: образ предмета осознается как находящийся перед субъектом, там, где расположен предмет, вызывающий данный образ. „Когда на наш глаз, — пишет И. М. Сеченов, — падает свет от какого-нибудь предмета, мы ощущаем не то изменение, которое оно производит в сетчатке глаза,

---

[38] См. R. M. Chisholm. Problems of Phenomenalism. „Readings in the Theory of Knowledge“. New York, 1964, p. 469.

[39] См. O. K. Bouwsma. Moore's Theory of Sense-Data „The Philosophy of Perception“. Oxford, 1968.

[40] См. W. H. F. Barnes. The Myth of Sense-Data. „Meaning and Knowledge Systematic Readings in Epistemology“, p. 581.

[41] См. C. A. Campbell. Sense-Data and Judgment in Sensory Cognition. „Reading in the Theory of Knowledge, p. 475.

[42] См. R. J. Hirst. The Difference between Sensing and Obervation. „The Philosophy of Perception“.

[43] См. A. Quinton. The Problem of Perception. Ibid.

как следовало бы ожидать, а внешнюю причину ощущения — стоящий перед нами (то есть вне нас) предмет"[44]. Световое воздействие вещи на зрительный нерв, замечает Маркс, воспринимается не как субъективное раздражение самого зрительного нерва, а как объективная форма вещи, находящейся вне нас[45].

Данный взгляд обосновывает в своей монографии и С. Петров[46]. Обосновывая различение понимания объективного по существованию и объективного по содержанию, С. Петров рассматривает и объективное по причине. Он останавливается на социальной обусловленности идей, предостерегая от смешения отношений причинной социально-производственной обусловленности, характерной преимущественно для науки, и причинной социально-классовой обусловленности, характерной преимущественно для идеологии, с отношениями между познавательно-образной зависимостью и социально-причинной зависимостью, характерными в различных отношениях и для науки и для идеологии[47].

По аналогии он разграничивает субъективное по существованию, субъективное по содержанию и субъективное по причине, причем последнее, по его мнению, может быть непроизвольным или произвольным. Непроизвольное — это так называемое постоянство восприятий; произвольное — субъективно обусловленные иллюзии, которые являются хотя бы частично объективно детерминированными[48].

Теория познания и принцип причинности. Можно утверждать, что научные теории в различных областях науки построены на основе принципа причинности, на определенных его формулировках или формах (или на законах причинности в соответствующих областях), то есть как детерминистские системы. Утверждение о том, что научные системы могут быть построены на телеологической или индетерминистской основе, а также о том, что подобные построения эквивалентны детерминистским, несостоятельно. Существенно также причинное объяснение, которое дают подобные системы, а равным образом и то, что принцип причинности является предпосылкой проверки этих систем.

Аналогичные вопросы возникают и в теории познания, а именно: строится ли она — явно или неявно — на принципе причинности; является ли это единственно возможным ее логическим построением, то есть является ли принцип причинности необходимым исходным положением (постулатом).

Производит впечатление тот факт, что в расселовском аксиоматическом построении теории познания три из пяти постулатов непосредственно относятся к принципу причинности, а именно: независимость

---

[44] И. М. Сеченов. Избр. филос. и психол. произв., 1947, стр. 433.

[45] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 23, стр. 82.

[46] С. Петров. Понятия за обективно и субективно. София, 1965, стр. 158.

[47] Там же, гл. V и VIII.

[48] Существует и такое субъективное по причине, которое является (внешне) объективным по содержанию.

причинных линий; пространственно-временная непрерывность в причинных линиях; общее причинное происхождение подобных — структурный постулат[49]. Этими постулатами Рассел пытается обосновать индукцию. Цель его — найти минимальное число принципов, необходимых для обоснования научных суждений. При этом он считает, что вопрос об обосновании суждений — от данных ощущений к физическим объектам — того же рода, что и вопрос об индукции в науке. В то же время Рассел признает, что принципы эти приводят к соответствующим опыту результатам, но только этого факта логически недостаточно, чтобы сделать указанные принципы хотя бы вероятными.

Эта попытка стала предметом критического рассмотрения со стороны У. Хая[50]. Во-первых, он отмечает, что у этих принципов удивительно мало общего с миром здравого смысла и довольно подозрительна характеристика, данная ими миру, как он был описан физикой XIX века при помощи дифференциальных уравнений. Рассел считает свои постулаты синтетическими предположениями, то есть не совсем надежными, но рационально правдоподобными. При этом, однако, понятие правдоподобности им не определено, и, по словам Хая, трудно понять, какие основания оно дает для того, чтобы верить в истинность постулатов. Далее, Хай делает следующие четыре замечания: (1) знание постулатов, даже если указана необходимость такого положения для здравого смысла, не имеет большого значения, так как их необходимость для обоснования истинности положений обнаруживается только после факта открытия истинности первых. Следовательно, не обязательно знать постулаты предварительно. (2) Это не является гарантией того, что какая-либо наука возможна. В знании об истинности таких постулатов не было бы необходимости ни при открытии научных законов, ни при их проверке. (3) Рассел не пытается показать, как постулаты должны использоваться при восстановлении (реконструкции) суждений. (4) Знание истинности положений здравого смысла недостаточно для науки наших дней.

Говоря о теории отражения, следует подчеркнуть, что она принадлежит к классу детерминистских теорий. Принцип причинности включается в само ее основание. Она исходит из положения о существовании материального мира, в котором имеют место закономерность и причинность. Она признает существование познающего субъекта, способного испытывать причинные воздействия со стороны объективной реальности и вырабатывать формы познания. Само понимание причинности основывается на опыте научного познания и в своем конкретном содержании изменяется в связи с накоплением нового опыта. При этом диалектико-материалистическая теория познания придает принципу причинности мировоззренческое и методологическое значение.

В рамках некоторых (объективно-идеалистических) гносеологичес-

---

[49] Б. Рассел. Человеческое познание, ч. VI.

[50] См. W. Hay. Bertrand Russell on the Justification of Induction. „Probability, Confirmation; and Simplicity„. New York, 1669, p. 383.

ких учений тоже признается, что объекты причинно связаны как между собой, так и с сознательными существами. К тому же утверждается, что первая связь становится понятной через вторую, то есть что физические свойства раскрываются через физико-психологические (Дюкас). Согласно же материалистической теории отражения, первичный характер имеют как раз материальные причинные связи и, исходя из них, мы в принципе можем расшифровать своеобразную каузальную динамику в сфере человеческого познания. На принципе причинности основываются, в частности, выводы от причины к следствию (и наоборот), объяснения причинного типа и т. д. Причинная обусловленность может служить критерием существования определенных теоретических сущностей, то есть того, что принимаемые научной теорией сущности имеют объективное существование. На основе познания мира человек способен практически воздействовать на природную и материальную действительность и в некоторой мере преобразовывать ее.

Что касается вопроса об объективном статусе свойства отражения в неорганической природе, которое является генетической предпосылкой ощущений, о связи свойства отражения с причинностью, то эта проблема обсуждалась нами в ряде работ[51].

[51] См., например, А. Поликаров. Материя и познание, София, 1961.

ГЛАВА 3

ЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ В ПРОЦЕССЕ ОТРАЖЕНИЯ

В естественных и искусственных кибернетических системах происходят различные информационные процессы. Их можно разделить на два больших класса. В одних процессах преобразуются лишь формы существования информации. Меняется форма сигнала, а его содержание остается неизменным. Это — операции передачи и хранения информации.

Другие информационные процессы направлены на изменение самого содержания сигнала. Конечный результат этих операций заключается в выработке определенных команд. В развитых отражательных системах между исходными данными и командой лежит целая система опосредствований, и процесс переработки информации происходит в иных масштабах времени, чем процесс взаимодействия со средой. Человек, наиболее развитая из известных нам отражающих систем, оперируя образами на основе одних истинных мыслей, не обращаясь непосредственно к действительности, формирует другие истинные мысли.

Эти операции, в отличие от операций первого класса (которые называют связью), суть логические операции. Ныне многие из них человек передает машинам.

В настоящей главе будут рассмотрены гносеологические аспекты природы логического и особенно изменение характера его функционирования в связи с развитием отражения как свойства материи.

Термин „логическое“ (если не сделано оговорок) здесь будет пониматься как относящееся к процессу повседневного мышления (или вообще функционирования информационных систем), а не к науке логике; здесь имеются ввиду логические связи, нормы, структуры, причем различие между ними для нашей темы не существенно. Это все — единый логический аппарат, функционирующий в отражательном процессе и контролирующий следование одних мыслей из других. Речь идет о правилах, которые с точки зрения семиотики называют синтаксическими, но которые мы будем рассматривать как функционирующие в самом мышлении независимо от их выявления логической наукой. Они у человека характеризуют логический строй мышления. Отметим еще, что категориальный строй мышления, исследуемый диалектической логикой, здесь не рассматривается. Здесь речь идет об аппарате, позволяющем из определенных посылок делать соответствующие выводы.

1. Логические структуры в процессе обыденного мышления

Как известно, умозаключение имеет определенную структуру. Логические выводы строятся на основе определенных норм, правил. Субъект, приняв некоторые мысли за истинные, на основе этих правил одни положения принимает в качестве следствий, а другие отвергает как противоречащие исходным.

Выяснение гносеологической природы логических структур означает рассмотрение их под углом зрения проблемы отношения субъекта и объекта. Для марксистской философии познающий субъект — это человек, включенный в социальную жизнь и использующий формы познавательной деятельности, выработанные обществом. Однако общество не познает мир помимо индивида. Формы познавательной деятельности выступают, прежде всего, как формы его деятельности.

В соответствии с этим мы и рассмотрим логические структуры прежде всего с точки зрения их места в познавательных формах, присущих индивиду, в их отношении к его сознанию.

Возникает вопрос, где записана та структура, в соответствии с которой субъект строит умозаключение.

Казалось бы, что ответ на этот вопрос напрашивается сам собой. В процессе мышления субъект производит различного рода операции над образами, которые находятся в сфере осознанного. Логические нормы регулируют этот процесс или во всяком случае определенные стороны этого процесса. Следовательно, логические нормы существуют в сознании. Субъект сознательно преобразует информацию и таким образом планомерно получает все новые следствия из посылок.

Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что это рассуждение не соответствует действительности. Когда человек думает или сообщает, что из высказываний-посылок следует определенное заключение, он не осознает логическую структуру, в соответствии с которой сделан вывод. Для себя и для других субъект обосновывает мысль; когда он говорит или думает „так как“, „потому что“, „следовательно“ и т. п., он сознательно связывает между собой различные мысли и в одной из них усматривает основание для другой. Вывод им извлечен не непосредственно из действительности, а из других мыслей. В логически оформленных рассуждениях субъектом осознаются как посылки, так и заключения. Однако, все же если его спросить, почему одно следует из другого, субъект даже не поймет вопроса в том смысле, что от него требуют ссылки на правила вывода. Он ответит ссылкой на содержание других мыслей. Логическая структура вывода, алгоритм или вообще совокупность правил, которым подчинено следование мыслей, остаются от субъекта скрытыми. Субъект (если он не опирается на знание науки логики) не может дать словесного отчета о своем навыке правильного мышления, и от поколения к поколению этот навык тоже не передается посредством его словесного описания.

Это, как мы полагаем, является достаточным основанием для того, чтобы признать, что логические нормы, регулирующие процесс вывода, не осознаются.

Здесь имеется примерно такая же ситуация, как с грамматическим строем языка. Всякий индивид, выросший в нормальных социальных условиях, владеет языком той среды, в которой он вырос. Он владеет грамматическим строем языка, не осознавая его. Субъект видит отклонения от логической, как и от грамматической нормы, не имея в поле сознания норму как таковую.

Логическая структура, не будучи осознанной, не соотносится субъектом с какими-либо внешними предметами или отношениями, не проецируется во вне.

Тем не менее, она существует в субъекте. Иначе невозможно объяснить, почему осуществляется переход от истинных посылок к истинным выводам. Посылки и выводы являются фактами сознания. Без признания наличия логического регулятора эти феномены сознания невозможно выстроить в причинный ряд. Вообще говоря, феномены психического, и в частности сознания, не обязательно должны поддаваться упорядочению причинными отношениями. Причины их возникновения могут находиться непосредственно во внешнем мире или в биологических процессах организма. Однако в той мере, в которой процесс мышления относительно самостоятелен, в нем имеется внутренняя детерминация. Логический вывод, будучи формой проявления этой внутренней детерминации, непосредственно не детерминируется объектом, но он является отражением всеобщих объективных связей, хотя и не осознается субъектом во время осуществления мыслительного процесса.

Таким образом, логические нормы находятся в субъекте, но не в его сознании. Это значит, что они существуют в сфере неосознанного, подсознательного.

Необходимость построения причинного моста между феноменами сознания — в данном случае между абстрактными образами внешнего мира — есть один из факторов, ведущих к выводу, „что сознательные процессы далеко не исчерпывают всего содержания психики и что поэтому возникает необходимость признания процессов, протекающих вне сознания“[1].

Логические структуры существуют в психике субъекта в качестве неосознаваемых регуляторов мыслительной деятельности. Отсюда, разумеется, не следует, что само абстрактное мышление есть бессознательный процесс.

В психике человека имеет место и бессознательная переработка информации. В этих случаях не осознаются не только правила переработки информации, но и сама переработанная информация. Не осознаются ни исходные данные, ни промежуточные результаты, ни даже самый процесс переработки информации. В ходе же абстрактного мышления не осознаются лишь некоторые его компоненты. В данном случае — правила преобразования информации.

---

[1] Д. Узнадзе. Психологические исследования, М., 1966, стр. 179—180.

Переработка информации происходит и в психике животного. Правила этой переработки в некоторых отношениях тождественны логике человека: „Нам общи с животными, — считал Энгельс, — все виды рассудочной деятельности: индукция, дедукция, следовательно, также абстрагирование... анализ незнакомых предметов... синтез... и, в качестве соединения обоих, эксперимент..."[2]. Однако животное не осознает не только правил переработки информации, но и самой информации. Переход от психики животного к психике человека включает в себя переход к осознанию переработанной информации, но не к осознанию правил оперирования ею.

Отметим, что в приведенном высказывании Энгельса мы сталкиваемся с более широкой трактовкой логического, чем это принято в традиционной формальной логике. Последняя описывает логические структуры абстрактного мышления, то есть правила переработки информации мышлением, оперирования над абстрактными образами. Для Энгельса анализ, синтез, индукция, дедукция и другие логические процедуры могут осуществляться не только сознательно мыслящей системой, но и животными, и не только над абстрактными, но и над чувственными образами.

Сознание неразрывно связано с самосознанием. Человек, преобразуя внешний мир, делает предметом познания не только этот внешний мир, но и самого себя. Субъект развивается в ходе истории, и разные стороны „Я" осознаются на различных стадиях развития. В процессе обыденного мышления логические структуры не осознаются, вне науки субъекту не известно об их существовании.

Из-за принадлежности логического психике и вообще субъекту многие философы-идеалисты приходили к выводу о субъективности логического, логических структур по своему содержанию и происхождению. Для Канта, например, формы логического вывода суть априорные формы рассудка. Они принадлежат сфере трансцендентального, выражающего структуру нашего сознания и не имеющего никакого отношения к объективному миру „вещей в себе". Некоторые неокантианцы, например Ф. Ланге, интерпретировали эти положения Канта как зависимость логического от психофизиологической организации биологического вида человек. Так называемое психологическое направление в логике (Милль, Зигварт, Мах и др.) искало основания логического в психологии и только в ней. Милль даже утверждал, что логика, поскольку она вообще есть наука, есть ветвь или часть психологии[3].

Структура связи между мыслями, образующими правильное умозаключение, имеет свои корни в конечном счете не в психике индивида. Эта связь в субъекте существует в результате мыслительного процесса, к которому субъект мог идти различными извилистыми путями. Эти пути содержат в себе индивидуально-случайное, которое в определенной мере детерминировано психологической спецификой индиви-

---

[2] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 537.

[3] См. Д. С. Милль. Система логики силлогистической и индуктивной, изд. 2, М., 1914.

да и частично психологическими особенностями вида Homo sapiens. В результате, однако, эти блуждания были элиминированы. В процессе формирования некоторой системы или последовательности мыслей, замещение психологически возникающих случайных (по отношению к объекту) связей между мыслями логически необходимыми связями есть не единичный акт элиминации, а процесс, пронизывающий всю историю развития мышления. Логически необходимое в ходе развития мышления выкристаллизовывается, накапливается, служит опорой дальнейшему творческому поиску и воплощает в себе его результат. В этом (но только в этом!) смысле можно сказать, что логическое есть психологическое в освобожденном от случайностей виде.

Из этого, однако, не следует, что природа логического может быть понята из психологического. Логические нормы регулируют переход от одних истинных мыслей к другим; и в этом смысле логические нормы внутренне детерминируют ход мыслей. Однако конечный источник самих этих норм не может быть найден внутри психики субъекта. Логические структуры — это связи между истинными мыслями. Истина есть соответствие образа объекту и именно поэтому сущность логического может быть раскрыта лишь на путях его трактовки как отражения определенных объективных отношений.

Правда, в марксистской литературе встречается взгляд, согласно которому логическое не есть отражение реальности. Он наиболее детально разработан в концепции С. Поварнина[4], которая в модифицированном виде и с определенными нюансами воспроизводится и другими авторами. Суть этих концепций состоит в следующем.

Мышление, как и все процессы, подчинено законам диалектики. В этом (и только в этом) смысле можно говорить о тождестве законов мышления и законов бытия. Однако мышление (и познание в целом) есть своеобразный процесс, имеющий свои специфические законы. Такими специфическими законами и являются законы формальной логики. Они — специфические законы высшего, несводимые к низшему, и поэтому не являются отражением объективных отношений. Тем не менее они обеспечивают истинность заключений при условии истинности посылок.

Признание законов мышления отражением законов бытия приводит, с точки зрения сторонников этой концепции, к выводам, несовместимым с диалектикой, а именно к отрицанию мышления как специфического процесса и к метафизическому навязыванию миру законов формальной логики, то есть к признанию его неизменным и непротиворечивым.

На наш взгляд, эта концепция не соответствует действительности.

Верно, что мышление и познание в целом обладают спецификой. Специфика познания заключается прежде всего в том, что оно воспроизводит действительность в идеальных образах. При этом мышление отражает действительность опосредствованно. Правила вывода — это

[4] См. С. И. Поварнин. Диалектика и формальная логика. Вопросы формальной логики и диалектики, вып. 2, Л., 1971.

правила, обеспечивающие (при определенных условиях) опосредствованное получение истинного результата из истинных посылок. Но истинность характеризует мысль в ее отношении к объекту. Сохранение истинности при логических преобразованиях информации может быть достигнуто лишь за счет применения правил, стоящих в определенном отношении к объективным отношениям между вещами. Связь между образами в логическом выводе должна соответствовать связи вещей. Это значит, что формальная правильность, и, следовательно, правила логики суть производные от связи между мыслями, которые истинны, то есть соответствуют объекту.

Иными словами, правила вывода в конечном счете производны от определенных отношений, присущих самой действительности.

Связь между законами, которым следует мысль, и законами бытия рассматривалась основоположниками марксизма.

Ф. Энгельс неоднократно подчеркивал, что „... законы мышления и законы природы необходимо согласуются между собой"[5]. Говоря о законах логики, он отмечал, что „если наши предпосылки верны и если мы правильно применяем к ним законы мышления, то результат должен соответствовать действительности"[6].

Проблема природы логического рассматривается и Лениным. Ленин показал, что „... логические формы и законы — не пустая оболочка, а отражение объективного мира"[7]. Более того, Ленин считал, что „самые обычные логические „фигуры"... суть самые обычные отношения вещей"[8].

Это означает, что логические формулы, законы суть *отражения* объективных отношений. Взятые со стороны формы, законы логического следования и некоторые законы связи между вещами — это одни и те же законы.

Логические структуры и объективные отношения, в них отраженные, отличаются не по своей формальной структуре, а по *субстрату элементов,* которые связываются этими отношениями. В одном случае это вещи, в другом случае — мысли. Однако, сама мыслительная процедура реализуется в конечном счете некоторым материальным субстратом, и процессы, происходящие в этом субстрате, являются подосновой логической переработки информации субъектом на уровне мышления. В материальном субстрате мыслительного процесса эти логические фигуры тоже управляют вещами особого рода и сменой их состояний. Однако, эти состояния здесь фиксируют информацию, которая существует в знаковой форме. Знаки — это вещи, выполняющие специфическую функцию обозначения. Операции над знаками — это операции над вещами, и логические законы здесь выступают как зако-

[5] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 539—540,

[6] Там же, стр. 629.

[7] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 162.

[8] Там же, стр. 159.

ны отношений между вещами. Специфика здесь заключается не в самом законе, а в том, к чему он применяется. Закон связи вещей оказывается формально тождественным закону связи между мыслями.

Признание этого тождества не исключает своеобразия познавательных процессов. Познание и, в частности, мышление не сводятся к логическому следованию. Законы следования непосредственно не выражают, или по меньшей мере не исчерпывают, путь индивида к истинной мысли, который определяется, в частности, психологическими закономерностями. Аналогичным образом специфическими законами познавательного процесса являются движения к абсолютной истине через относительные, от видимости к сущности и др.

Фиксация в логическом строе мысли моментов устойчивости, дискретности объективных отношений не есть метафизическое понимание мира, а выражает неизбежное „огрубление" мира в процессе его познания и в то же время представляет собой средство преодоления такого огрубления.

Ленин, как известно, показал, что „изображение движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, — и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но и всякого понятия"[9].

С этим положением диалектики неразрывно связан ряд вопросов.

Во-первых, в чем заключается огрубление, отмеченное в приведенном отрывке.

Во-вторых, почему мы не можем изобразить реальные процессы, не огрубив их.

В-третьих, почему мы все же можем, огрубив или даже омертвив реальные процессы, познать их.

В-четвертых, каким образом в процессе познания преодолевается это огрубление.

Чтобы понять, почему признание онтологического содержания у законов логики не влечет за собой метафизического отрицания изменчивости мира и взаимосвязи явлений, нам особенно важно ответить на второй из этих вопросов. Остальные затронем очень кратко. Процесс огрубления, как следует из контекста и из положений Гегеля, по поводу которых высказана эта мысль, заключается, главным образом, в изоляции друг от друга моментов объекта, которые в действительности связаны между собой, в остановке движущегося, в дискретизации непрерывного. Формирование понятий, идеализаций, абстрактных объектов, с которыми субъект оперирует по правилам логики, и само это оперирование, рассматриваемые в их отношении к объекту, суть процессы огрубления.

Они необходимы. Эта необходимость действительно не может быть понята только из свойств объекта. Для ее понимания требуется глубокий анализ субъекта и его деятельности. Огрубление присуще и самой основе познания — преобразующей деятельности человека. Историческая ограниченность практики не позволяет одномоментно ото-

[9] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 233.

бразить объект во всех его связях и опосредствованиях. В сознании оказываются неотображенными те стороны объекта, с которыми субъект прямо или косвенно еще не столкнулся. Это значит, что в отображении континуума свойств объекта имеются белые пятна, „разрывы", т. е., что практика дискретизирует непрерывное. Процесс огрубления начинается еще на уровне органов чувств, которые имеют пороги чувствительности и различения.

Однако, потребности и возможности субъекта коррелируют между собой. Человек не мог бы действовать, имея в поле зрения всю бесконечную совокупность свойств, непрерывно меняющихся ситуаций.

В процессе познания сами продукты огрубления не остаются неизменными. Белые пятна в отображениях объекта все больше заполняются. На основе и в интересах более глубокого и радикального преобразования мира создаются все более конкретные понятия и системы понятий. В них фиксируются переходы, связи, изменения, которые ранее игнорировались. Однако опять же они фиксируются жестко, иначе они не могли бы быть знанием, орудием деятельности, т. е. само огрубление выступает как сторона преодоления огрубления. Все это относится к сфере диалектической логики, проблематика которой выходит за пределы нашей темы.

Остается все-таки вопрос: почему, несмотря на огрубление, и в частности на огрубление в процессе логического вывода, знание соответствует миру.

Ответ может заключаться только в том, что само огрубление опирается на определенные черты объекта. Это относится и к закону тождества, который лишь по видимости совершенно несовместим с диалектикой. Закон тождества как закон логики, несомненно, есть закон мышления. Однако, как признает подавляющее большинство философов-марксистов, он имеет основания и в самом бытии. Этим основанием является, прежде всего, относительная устойчивость вещей. Без нее вообще не могли бы существовать понятия, отображающие, как известно, наиболее общие, устойчивые признаки предметов.

Когда говорят, что А есть А (закон тождества) или что А есть не-А (закон противоречия), то предпосылка этого заключается в возможности индивидуализировать, различать вещи, признаки, отношения, имеющие объективное относительно самостоятельное существование.

Только в силу этих онтологических предпосылок и может сформироваться понятие, соответствующее вещам. Значит, устойчивость понятия (его содержания и объема) есть его специфический признак, который имеет своей основой устойчивость, присущую самим вещам. Правильные умозаключения возможны лишь тогда, когда эта черта понятия полностью сохраняется в самом процессе умозаключения. Определенность мысли призвана воспроизводить определенность мира.

В объективных процессах, происходящих в мире, тождество играет исключительно важную роль. Оно проявляется в закономерном характере взаимодействий. В разной степени тождественных условиях возникают и тождественные взаимодействия. В действительности всякое тождество конкретно, оно не исключает, а даже предполагает разли-

чия. Если бы индивидуальное не отличалось ничем от другого индивидуального, оно не было бы индивидуальным. Два абсолютно неразличимых объекта, т. е. два объекта, абсолютно тождественных онтологически, это вообще не два объекта, а один объект. В действительности тождество между объектами есть тождество между ними в определенных отношениях. Абстракция отождествления, которую субъект осуществляет в мысли, есть отражение того тождества, которое имеет место в мире.

Всякий объект в соответствии со своими внутренними закономерностями реагирует на внешние воздействия определенным образом и, следовательно, мы можем представить само воздействие и его результат по схеме „вход — выход". Это значит, что реальный объект может быть интерпретацией логической фигуры, определенных схем логического вывода. Или точнее, наоборот — логические фигуры суть не что иное, как отношения вещей. Нельзя, как это делают некоторые авторы, считать фигуры силлогизма отражениями объектов, а основание закона тождества видеть только в особенностях субъекта. Закон тождества соблюдается в каждой фигуре силлогизма. И если во внешней реальности имеются аналоги фигур силлогизма, значит в этой реальности так или иначе соблюдается закон тождества.

Если же связь между событиями вероятностная, то посредством логических фигур, в основе которых лежат необходимые связи, можно прийти к заключению о вероятности наступления некоторого события. Вероятностный элемент в этом случае фиксируется не формой умозаключения, а содержанием суждений.

В повседневном мышлении существуют логические структуры, учитывающие не только необходимость, но и другие модальности, например, возможность. Правда, эти структуры в меньшей степени изучены формальной логикой. В процессе биологической эволюции в организмах сформировались и структуры переработки информации, носящей вероятностный характер. Человек также использует логические структуры, в которых связь между посылками и заключением имеет не необходимый характер. Однако повседневное мышление не использует, разумеется, математического понятия вероятности.

Таким образом, совокупность логических средств, функционирующих в повседневном мышлении, отражает отношения и связи, широко распространенные в самой действительности.

Формальная тождественность логических связей и отношений вещей — один из важных моментов, обусловливающих возможность синтеза технических систем, в которых реализуются логические операции. Коль скоро онтологическим содержанием законов логики являются дискретность, тождество, устойчивость, необходимость, то эти законы в наиболее чистом виде действуют там, где сами эти свойства выступают наиболее чисто. Мир реле и аналогичных устройств — это как раз то царство, где господствует „да-да", „нет-нет", что сверх того — то от лукавого. В логических устройствах различные технические элементы реализуют логические связи („и", „или", — „то" и т. д.). С гносеологической стороны этот факт является важным доказательством не-

специфичности логических структур, их тождества структуре определенных объективных связей. Включение кибернетических устройств в познавательную деятельность субъекта на фазе абстрактного мышления и оказывается возможным прежде всего потому, что некоторые логические законы формально тождественны некоторым законам вещей.

Однако, наличие этого тождества — лишь необходимое, но еще недостаточное условие для признания логического отражением действительности. Для такого признания требуется проследить причинную обусловленность логических структур объективными отношениями.

О генезисе и развитии логического вопрос стоит таким образом: как структуры внешнего мира становятся структурами познающего мышления.

Для марксиста исходным пунктом решения проблемы, очевидно, должен быть тезис о практике как основе процесса познания. В практике следует искать ключ к превращению объективного в субъективное. Еще в „Экономическо-философских рукописях 1844 г.". Маркс показал, что характеристики природной субстанции в процессе деятельности превращаются в деятельные силы человека, в его способности[10]. Способность к логическому выводу и есть одна из таких деятельных сил человека, приобретенная в процессе практического обмена веществ с природой.

Однако, в этих утверждениях содержится не решение проблемы, а лишь методологический исходный пункт этого решения.

Как вообще может формироваться логическое?

В электронные вычислительные машины или другие технические устройства логика, как и вся информация, может проникнуть различными путями: она может быть заложена в конструкции устройства, она может быть зафиксирована в программе, т. е. получена технической кибернетической системой в готовом виде от нетехнической кибернетической системы — человека, или, говоря более общо, одной кибернетической системой от другой в процессе их взаимного общения; наконец, она может быть приобретена машиной или видоизменена в процессе ее функционирования, взаимодействия со средой.

Все эти пути формирования логических структур, абстрактно говоря, существуют и для человека. Формально возможно, что индивид усваивает логические правила переработки информации как унаследованные генетически, как готовое знание о них, даваемое взрослым ребенку в процессе речевого общения (готовая программа) или как результат самообучения в процессе взаимодействия со средой.

Принятие любой из этих гипотез или какой-либо их комбинации — если в концепцию не включаются никакие дополнительные допущения — не ведет ни к идеализму, ни к созерцательному материализму.

Если бы у каждого индивида логические структуры формировались лишь в процессе его взаимодействия со средой, то главным субъектом деятельности, формирующей логику, был бы сам индивид. В

---

[10] См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений, стр. 630.

действительности же субъектом деятельности, формирующей логическое мышление, является общество.

Что касается данных кибернетики и математической логики (выводы которых здесь могут иметь скорее эвристическую, чем доказательную ценность), то на их основе по вопросу о статусе логических правил можно сказать следующее.

Во-первых, каждая кибернетическая система, коль скоро она возникла, располагает некоторым минимальным набором общих правил переработки информации. Без таких правил не может сформироваться никакая логика более высокого порядка (при этом не существенно: являются ли эти правила жестко детерминированными или вероятностными). Это значит, что любая кибернетическая система имеет некоторую „логику" априори.

Во-вторых, исследования перцептрона и ряд программ для ЭВМ показали, что эта логика может видоизменяться и совершенствоваться в процессе обучения и самообучения машины.

Однако в этом рассуждении логика выступает не только как функционирующая на уровне абстрактного мышления, а шире, как правила переработки информации вообще. В частности, это может быть генетически фиксированная кодовая запись конструкции нервной системы. Структура последней определяет многие правила переработки информации организмом и воплощает в себе правила выработки новых правил в процессе взаимодействия со средой. Правила переработки информации мышлением, то есть то, что обычно называют логикой, формируются на этой генетической базе в процессе практической деятельности и речевого общения и непосредственно не содержат априорного элемента. В пользу такого взгляда свидетельствуют данные психологии, в частности школы Пиаже и работ Гальперина, Эльконина и др., согласно которым логическое в онтогенезе формируется посредством интериоризации предметных действий.

Продолжает ли развиваться логическое после того, как оно возникло?

У Маркса мы имеем интересное замечание о том, что действительно постигающее мышление может быть лишь одним и тем же, отличаясь только по степени в зависимости от зрелости развития, в частности от развития органа мышления[11]. Мы полагаем, что тезис о постоянстве постигающего мышления имеет отношение и к его логическому строю. Мышление является постигающим лишь постольку, поскольку его логический строй соответствует миру, его общим законам. Если остаются эти общие законы, то остаются и основные черты постигающего мышления.

Но возможно ли в этом случае вообще развитие логического, с чем оно связано и в чем выражается?

Для периода антропогенеза (а также в процессе биологического созревания индивидуума) оно действительно, по-видимому, связано с

---

[11] См. К. Маркс и Ф. Энгельс, Сочинения, т. 32, стр. 451.

развитием мозга. Развитие мозга — необходимое условие развития абстрактного мышления и логического как его стороны.

У сформировавшегося, хотя и примитивного человека, вряд ли совершенствование логики базируется на изменениях мозга.

Прежде всего, это, по-видимому, не является необходимостью. Доказано, что универсальная машина Тьюринга, если в нее внести программу, может выполнить любую соответствующую этой программе задачу переработки информации. Мозг, безусловно, располагает не меньшими возможностями, чем универсальная машина Тьюринга (с ограниченной памятью). Следовательно, любая дискретно-алгоритмическая задача, которая вообще разрешима, ему доступна; а задачи переработки информации на основе правил логики принадлежат к числу этих задач. Следовательно, мозг для решения этих задач не нуждается в совершенствовании.

Это следует также и из того, что для достаточно развитых кибернетических систем их структурные особенности и в частности наличие ряда иерархических уровней могут быть заменены соответствующей программой. Конструкция мозга позволяет вносить в него самые разнообразные логические правила переработки информации.

Правда, из этих же рассуждений следует, что и всякая программа может быть заменена соответствующим изменением конструкции. Эквивалентность программы и определенных особенностей конструкций есть эквивалентность с точки зрения абстракции потенциальной осуществимости. Конструктивная или программная реализация логических функций может оказаться более или менее целесообразной в зависимости от решаемых задач. В частности, конструктивные изменения в мозгу могли бы обусловить, например, сокращение длины программ переработки информации. Однако, как бы там ни было, за историческое время биологи не фиксируют эволюционного изменения мозга. Как показывает приобщение ранее отсталых народов к современной культуре, не существует психофизиологических препятствий к усвоению этими народами любого уровня развития логического мышления.

Формировавшийся человек в процессе и на основе практической деятельности, отсеивая неправильные структуры, увеличивал длину дедуктивных цепочек, строже проверял логические условия для применения тех или иных логических операторов.

Все это означает, что... „практика человека, миллиарды раз повторяясь, закрепляется в сознании человека фигурами логики“[12].

Разумеется, весь этот процесс формирования и развития логических структур происходит стихийно, т. е. в качестве такого не осознается и тем более не направляется.

---

[12] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 198.

2. Познание и использование логических структур

Логические структуры непосредственно не даны сознанию субъекта в процессе его мыслительной деятельности. Однако они могут быть познаны и действительно познаются в ходе исторического развития науки.

Познание логического связано с рядом специфических трудностей.

Логическое, хотя оно и не дано непосредственно сознанию, но в качестве логического не существует в объективном мире. Следовательно, его познание невозможно посредством тех методов, которыми пользуются физика, химия, астрономия и другие экспериментальные науки. Даже политическая экономия, на специфические трудности познания предмета которой указывал Маркс, с этой точки зрения находится в лучшем положении. Ее первичный исходный материал хотя и не есть вещество, но находится вне субъекта и может поэтому быть наблюдаемым.

С другой стороны, поскольку логические структуры не находятся в сфере осознанного, логика не может прибегнуть к интроспекции, которая используется психологией в качестве одного из ее методов. Выявление логических феноменов, т. е. правил вывода, которыми пользуется человек, по крайней мере первоначальное их выявление посредством интроспекции невозможно. Этим, правда, не исключается некоторое сопоставление с данными самонаблюдения на последующих ступенях познания логического, когда эти феномены уже выявлены.

Единственный путь для первоначального выявления логических структур — это анализ языкового выражения мысли. В языке мысль не только формируется, но и объективируется. Уже в устной речи мысль субъекта становится доступной для другого субъекта. В письме мысль становится доступной тщательному и многостороннему анализу. В языковом выражении сохраняется та связь между мыслями, которая сформировалась внутри субъекта по крайней мере на заключительных стадиях их становления. Это значит, что рассуждение, зафиксированное в языке, может служить тем реальным объектом, из которого наука — формальная логика — извлекает знание о логических структурах.

Но и в речи, в языке логические связи не даны нам непосредственно. Они выявляются в сложном процессе абстрагирования. В множестве компонентов речи надо выявить те из них, которые существенны для определения истины опосредствованным путем[13]. Правда, это уже трудности, не специфические для логики. С такого рода трудностями сталкивается всякое теоретическое исследование.

На пути выявления и описания логических структур формальная логика со времени своего возникновения достигла определенных успехов. И здесь возникает естественный вопрос: насколько логические знания влияли на практику познания?

Известен афоризм Гегеля о том, что логика помогает правильному мышлению не больше, чем физиология пищеварению.

---

[13] См. Д. П. Горский, Формальная логика и язык. „Философские вопросы формальной логики", М., 1962.

Конечно, это гипербола. В действительности, знание логики во все времена оказывало воздействие на логическую культуру тех, кто обладал этими знаниями. Уже в древности логика нашла определенное применение к искусству спора („диалектика"), к риторике, юриспруденции. Изучение логики оттачивало логическое чутье математиков. А в новое время экспликация стихийно функционировавших логических структур в отдельных случаях по существу приводила к изобретению новых логических правил. Наиболее яркий пример — введение в математическую практику принципа полной математической индукции[14]. Этот принцип есть правило логического вывода. Как таковой, он не функционирует в повседневном мышлении и его применение в математике есть продукт сознательной деятельности логиков и математиков.

Надо отметить также, что неоднократно предпринимались попытки использования логических знаний для механизации процесса вывода. Однако, „Лулиево искусство", которое пытались усовершенствовать такие умы как Джордано Бруно, Лейбниц и другие, не приносило в прошлом никаких реальных результатов[15].

Незначительность практических приложений логики объяснялась многими причинами. Среди них отметим главные.

Во-первых, развитие специальных наук не породило еще потребности в анализе их логического аппарата. Даже математика, развитие которой наиболее тесно связано с логикой и логическим, до конца XIX века достаточно успешно развивалась, применяя интуитивно обычную логику к решению различных математических задач и даже к исследованию своих оснований. Известно, что математический анализ был обоснован посредством канторовой теории множеств, которую ныне называют наивной, но которая вполне удовлетворяла большинство математиков конца XIX и начала XX веков. Использование явно сформулированной логики становится потребностью той или иной науки лишь на высоких ступенях ее развития и большинство наук даже в настоящее время не испытывает этой потребности.

Во-вторых, хотя формальная логика в своей традиционной форме в общем описала немало логических структур, она все же не выявила многие весьма важные структуры повседневного мышления, а тем более структуры, используемые в научном, в частности, математическом мышлении. Простейшие теоремы геометрии и арифметики не могут быть доказаны при использовании одной лишь силлогистики, которая и была наиболее подробно разработана в традиционной логике. Недостаточность логических знаний не позволяла также реализовать идею логической машины, даже когда ее создатели шли по более или менее правильному пути.

В-третьих, в условиях, когда доля умственного труда в массе совокупного общественного труда была незначительной, не было настоя-

---

[14] См. С. А. Яновская. О роли математической строгости в истории творческого развития математики. Исследования логических систем. М., 1970.

[15] См. Н. И. Стяжкин. Формирование математической логики. М., 1967.

тельной общественной потребности в механизации умственного труда. Впоследствии именно эта сфера стала важнейшим потребителем логического знания.

Первые свои бесспорные приложения в науке логика как наука обрела в связи с исследованием оснований математики, развернувшимся в начале XX века. Трудности теоретико-множественного обоснования математики и, в частности, обнаружение парадоксов внутри теории множеств породили, с одной стороны, идею представления математики как части логики (Рассел и Уайтхед), а с другой — идею построения математики как полностью формализованной системы, правила логического вывода в которой заданы в явной форме (Гильберт).

Решение этих задач потребовало совершенствования методов самой логики, представления логики мышления в форме исчислений. Это означало, что создаются различные знаковые модели логического вывода. С другой стороны, экспликация обыденного вывода в тех или иных направлениях означала искусственное создание новых логических средств, отличающихся от используемых в повседневном мышлении и специально приспособленных для нужд обоснования математики.

В полностью формализованной системе, как известно, в явной форме на символическом языке заданы аксиомы и правила вывода. Процесс присоединения новых следствий ничем не отличается от вычислительного процесса. Алгоритмическое продвижение внутри полностью формализованной системы означает, что мышление изолировано от внешнего мира. Полностью формализованная система автономна и суверенна.

Осознание логических структур позволило дать им практическое приложение в качестве орудия механического получения следствий в формальных системах и анализа этих систем. И все же это практическое приложение логического знания есть лишь предыстория превращения логики в прикладную науку.

Прикладные аспекты логики выявляются в полной мере лишь в связи с развитием кибернетической техники.

Функцию стандартного преобразования информации, которая в полностью формализованных системах сохранялась за человеком, оказывается возможным передать технике, если имеются технические реализации логических операторов. Осознав логику своего мышления, человек может искусственно создать материальный процесс, реализующий эту логику. Выше было показано, что формирование логического в процессе деятельности есть извлечение из природы ее закономерностей, превращение их в определенную способность человека. Осознание логических структур позволяет человеку объективизировать эту свою способность, вернуть ее снова природе, но не первозданной природе, а очеловеченной природе. Как человек может любой познанный закон природы использовать в своих интересах, создавая соответствующие технические устройства, так он может использовать и познанные законы логики. Только в данном случае путь от законов природы к их использованию в интересах человека сложнее. Первоначально законы природы отражаются в психике человека как неосознанные логические

структуры; затем эти неосознанные структуры выявляются, познаются наукой логикой; далее логическое осознается (полностью или частично) как отражение законов природы; наконец, познанное логическое становится основой создания технических устройств и программ для их функционирования. Как ни сложен этот путь, он в конечном счете в своей сущности есть путь познания и последующего использования законов природы в интересах человека.

С созданием такого рода технических устройств в значительной мере меняется характер функционирования логических структур. Выше было показано, что в повседневном мышлении хотя и осознается информация, но не осознаются логические правила оперирования этой информацией. Применение кибернетической техники и, в частности, электронных вычислительных машин, превращение этой техники в орудие познавательной деятельности означает, что человек осознает логические структуры и при использовании техники оперирует ими как осознанными.

Осознание логических структур и использование их в кибернетической технике служат основой и других изменений в отражательном процессе. На современном этапе развития науки возникла возможность сознательного использования логических структур и их оптимальных комбинаций в интересах составления оптимальных стратегий и тактик научного поиска доказательства и других видов познавательной деятельности. Окончательный переход человечества из его предыстории к его подлинной истории предполагает сознательное управление не только развитием преобразуемой природы и общественных отношений, но и познавательной деятельностью, удельный вес которой в общей массе человеческого труда неуклонно возрастает.

Таким образом, осознание логических структур есть важная сторона перехода человеческого общества на новый уровень познавательного процесса[16].

Такого рода переходы от одного уровня к другому — это — не только скачки к осознанию новых элементов процесса переработки информации. Они связаны со скачкообразным расширением отражаемых отношений. Движущие силы этих переходов лежат в противоречии между существующими отражательными возможностями и усложнившимися задачами управления в более сложных естественных и искусственных средах.

---

[16] См. более подробно С. Шалютин. О неосознанности логических структур. „Некоторые вопросы диалектического материализма". Свердловск, 1967.

ГЛАВА 4

ГИПОТЕЗА В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

1. Общая характеристика гипотезы и ее роль в познании

Такие термины, как гипотеза, модель, моделирование, абстракция, абстрагирование и другие обозначают приемы (средства, формы) познавательной деятельности и характеризуются некоторым специфическим содержанием. Хотя, видимо, не так легко однозначно и четко изложить это специфическое содержание, мы, тем не менее, используя эти термины в непрофессиональных контекстах, не смешиваем их друг с другом, и отдаем себе отчет, что они фиксируют разные стороны познавательного процесса. Однако в силу присущей этим терминам многозначности и своеобразной „агрессивности" возникает искушение представить познание в целом как некоторое моделирование, как некоторое абстрагирование, как некоторое выдвижение и проверку гипотез.

Хотя такого рода суммарные характеристики познания и имеют известные основания, однако при этом испаряется специфическое содержание, например моделирования или гипотезы. Поэтому представляется целесообразным прежде всего провести определенное уточнение понятия „гипотеза", выделить разные аспекты употребления этого термина и фиксировать то содержание, которое надлежит связывать с выражением „современная научная гипотеза".

Говоря о различных смыслах термина „гипотеза", прежде всего выделим его употребление в значении „вероятное (предположительное, проблематичное) знание" в отличие от знания достоверного, доказанного, надежно обоснованного. В этом значении термин „гипотеза" употребляется, например, в выражениях типа: „это только гипотеза" и других, ему аналогичных. В таких контекстах не идет речи ни о способах получения знания, ни о роли, выполняемой им в процессе познания, ни о путях его проверки, а лишь констатируется его проблематичный характер.

Кроме гипотезы в смысле проблематичного знания вообще, нам кажется уместным выделить еще два значения этого термина. которые можно обозначить как гипотезу в широком смысле слова (гипотеза как предположение) и гипотезу в узком смысле (гипотеза как система).

Гипотеза в широком смысле — это то, что может быть названо главным моментом эвристического рассуждения, догадкой. Предметом такой догадки могут быть и некоторые внутренние „механизмы" проис-

ходящих явлений, но в этом случае мы уже перестаем иметь дело с гипотезой как предположением в чистом виде, поднимаясь на уровень гипотезы в узком смысле (которую впредь будем называть „гипотеза как система"). Гипотеза как предположение в своей собственной сфере — это догадка о какой-то регулярности, справедливой для исследованной области фактов. Как правило — это краткое резюме (принимающее обычно математическую оболочку) изученных явлений, описывающее общие формы их связи. Гипотеза в этом смысле близка к тому, что иногда называется в литературе описательной гипотезой.

Такая гипотеза может быть охарактеризована как некоторое обобщение изученного круга фактов. В определенном смысле она равнообъемна этим фактам и есть их своеобразная стенографическая запись. Для гипотезы, как предположения, отнесенной строго к тому кругу явлений, для описания которого она выдвинута, не существует особой проблемы ее подтверждения. Если, отправляясь от имеющейся у нас таблицы величин углов падения и преломления, мы „догадались" о законе синусов и этим законом описываются все данные таблицы (а если не все, то догадка неверна и мы ищем другую форму связи), то тем самым гипотеза синусов и доказана для имеющейся совокупности данных.

Теперь перейдем к гипотезе в узком смысле слова (гипотезе как системе). Она дает нечто большее, чем просто упорядочивание наличного эмпирического материала, чем его стенографическая запись, чем „констатирование опыта в адекватной математической форме"[1]. Она всегда выходит за пределы изученного круга фактов, дает в некотором смысле объяснение этих фактов, предсказывает новые факты, короче — раскрывает некоторый „внутренний механизм", лежащий в основе наблюдаемых фактов.[2]

Так охарактеризованная гипотеза выполняет в познании систематизирующую функцию, позволяя объединить некоторую совокупность знаний в систему знания[3]. Гипотеза как система — это то, что в случае своего доказательства образует теорию. Различие между теорией и гипотезой как системой состоит в степени обоснованности и развитости, а не в составе входящих в них утверждений. Поэтому в отличие от гипотезы как предположения, для гипотезы как системы существует проблема ее подтверждения и доказательства, занимающая в проблематике гипотезы одно из центральных мест.

По существу именно с гипотезой как системой связаны многовековые споры о познавательном значении гипотезы и ее роли в разви-

---

[1] С. И. Вавилов. Собрание сочинений, т. III, стр. 156.

[2] Гипотеза как система во многом совпадает с тем, что в литературе называют объяснительной гипотезой. Мы не будем злоупотреблять этим выражением (как и выражением описательная гипотеза), ибо это потребовало бы специального исследования вопроса о соотношении описания и объяснения, что является особой (и достаточно сложной) проблемой.

[3] П. В. Копнин. Гипотеза и познание действительности. Киев, 1962, стр. 50—57.

тии знания. Позиция в этих спорах определяется общим пониманием природы познания, ответом на вопрос: является ли познание отражением реальности или всего лишь деятельностью по упорядочению чувственных данных. На наш взгляд, можно выделить два обстоятельства, вызывавшие настороженное (и просто негативное) отношение к гипотезам.

Первое состоит в непонимании диалектической природы процесса познания как непрерывного проникновения во все более глубокую сущность. Выдвигаемые наукой гипотезы на деле являются последовательными приближениями к реальности. Однако с метафизической точки зрения, они выступают просто как сменяющие друг друга ошибочные построения. „Количество и смена, — писал Ф. Энгельс, — вытесняющих друг друга гипотез, при отсутствии у естествоиспытателей логической и диалектической подготовки, легко вызывают у них представление о том, будто мы неспособны познать сущность вещей"[4]. Гипотеза объявляется просто вспомогательной фикцией, не имеющей никакого отношения к отражению реальной природы вещей и лишь помогающей наглядно изобразить совокупность известных данных.

Второе обстоятельство — субъективистское понимание объекта познания как простой совокупности чувственных данных, за которыми не стоит никакой независимой от них и ими отражаемой реальности.

Как правило, субъективизм не отрицает гипотез вообще, он отрицает так называемые объяснительные гипотезы. Само различие объяснительных и описательных гипотез было впервые четко проведено основоположником позитивизма Огюстом Контом именно для отрицания первых: „Всякая научная гипотеза, чтобы иметь реальное значение, должна касаться исключительно законов явлений и ни в коем случае не способов их возникновения"[5]. Разделение гипотез на объяснительные и описательные (т. е. на гипотезы о причинах, о внутреннем механизме, производящем данную совокупность явлений, и на гипотезы о формах связи наблюдаемых явлений) действительно имеет место. Но, во-первых, оно не является абсолютным и зависит от того, к какому уровню познаваемой реальности относить гипотезу. Гипотеза объяснительная для одного уровня оказывается описательной для более глубокого (например, раскрытие природы валентности является объяснительной гипотезой на „химическом" уровне и описательной на „квантово-механическом"). И, во-вторых, что самое важное, выделение объяснительных гипотез должно производиться не для их отрицания, а для выяснения их действительно фундаментальной роли в познании.

Вопрос о роли объяснительных гипотез тесно связан с материалистическим или идеалистическим пониманием познания. Если познание является отражением действительности, то оно не может ограничиваться лишь установлением зависимостей между наблюдаемыми явлениями, а должно раскрывать внутренние их „механизмы". Это раскрытие возможно только путем создания гипотез, дающих более или менее точ-

---

[4] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 555.

[5] О. Конт. Курс положительной философии. СПб., 1901, т. II, стр. 27—28.

ное изображение действительности. Но с точки зрения идеалистического эмпиризма (и прежде всего позитивизма) единственным объектом науки являются данные субъективистски понимаемого опыта. Позитивист объявляет метафизической попытку раскрыть механизм связи фактов, проникнуть во внутреннее строение того или иного явления.

Например, когда по двум прямым проводам течет электрический ток, то провода притягиваются друг к другу или отталкиваются друг от друга в зависимости от направления тока. Произведя необходимые измерения, мы можем дать количественное выражение для силы взаимодействия проводников с током (закон Ампера). Но, сформулировав этот закон, мы еще не выясняем, почему происходит само это взаимодействие, каков его механизм, какова его внутренняя природа. Для объяснения этого закона наука создает понятие о магнитном поле электрического тока и объясняет механизм взаимодействия проводников с током как взаимодействие создаваемых ими магнитных полей. Конечно, само это объяснение не окончательно, так как оно ставит дальнейшие „почему", на которые наука вновь находит ответы и т. д. без конца.

Такое объяснение фактов позитивизм безоговорочно объявляет выходом за пределы опыта, метафизикой. Наука должна ограничиваться лишь непосредственным обобщением опытных данных. При таком ограниченном понимании опыта, опытных фактов само понятие факта неизбежно принимает субъективистский характер. Факт превращается в показание наших органов чувств: фактически данное сводится к совокупности ощущений, показаний приборов— вопрос о реальных вещах, стоящих за всем этим, объявляется бессмысленным. Наука констатирует факты (в позитивистском смысле слова) и описывает связи между ними, всякая попытка пойти дальше, обнаружить реальные структуры, обусловливающие именно этот, а не другой порядок фактов, есть бесплодная метафизика и пустое натурфилософствование. Задача науки состоит якобы лишь в установлении зависимостей между фактами. Если для установления этих зависимостей мы и прибегаем к тем или иным гипотезам о внутреннем „механизме" явлений, то они играют чисто вспомогательную роль удобных эвристических приемов, но ни в коем случае не должны пониматься как изображение действительности. Объяснительные гипотезы объявляются „наглядными фикциями", удобными для тех или иных целей, но не имеющими реального значения. Атомы, электроны, различные поля и т. д. — все это превращается во вспомогательные фикции, в чисто логические конструкции, которым якобы ничего не соответствует в действительности. „Если бы мы мыслили достаточно абстрактно, — писал Э. Мах, — мы приписывали бы факту только те абстрактные признаки, которые ему необходимо присущи. Нам тогда ни от чего не приходилось бы отказываться, но зато мы были бы лишены также наглядных аналогий с их возбуждающим к новым опытам влиянием. Такое чисто абстрактное изложение может быть прилагаемо в законченных частях науки, в которых нет больше места гипотезам, полезным только в науке, движущейся вперед"[6].

---

[6] Э. Мах. Познание и заблуждение. СПб., 1909, стр. 255.

Итак, с точки зрения позитивизма, — гипотеза — это только „возбуждающая к новым опытам наглядная аналогия"; ее содержание может быть и даже должно быть выброшено в „законченных частях науки".

Позитивизм стремится таким образом превратить объяснительные гипотезы в чисто „рабочие" гипотезы, якобы не притязающие на объективную истину, а представляющие собой лишь удобные вспомогательные приемы. На самом деле, любая гипотеза, оправдываемая практикой, не является только „рабочей", а в большей или меньшей степени охватывает какой-то момент объективной истины. Многочисленные критики теории отражения не перестают обвинять ее в созерцательном понимании познания, противопоставляя отражение и творческую активность субъекта. В диалектическом материализме отражение и творческая активность не противостоят друг другу и находятся в неразрывном единстве, и это ярко проявляется в проблематике гипотезы. С одной стороны, в построении гипотез чрезвычайно выпукло обнаруживается творческий характер познания, с другой, как мы стремились показать, именно понимание познания как отражения реальности образует основу для понимания действительной роли гипотезы в этом процессе.

Подведем некоторые итоги. Мы выделили три значения термина „гипотеза": гипотеза как вероятное знание, гипотеза как основной момент эвристического рассуждения (как предположение) и гипотеза в узком (собственном) смысле как фундаментальная идея, лежащая в основе некоторой системы знания (гипотеза как система). Эти значения не исключают друг друга, а скорее каждое последующее представляет развитие предыдущего. Гипотеза как вероятное знание образует самый бедный уровень изучения общей проблемы гипотезы и, пожалуй, выделяется лишь для полноты анализа. Гипотеза как предположение включает в себя содержание предыдущего уровня и дополняет его новыми моментами. Взятая вне своего дальнейшего развития, она совпадает фактически с описательной гипотезой. Наконец, гипотеза, как система, включая оба предыдущие уровня, выступает в роли фундаментальной систематизирующей идеи и требует рассмотрения, во-первых, условий своей состоятельности и, во-вторых, проблемы своего доказательства.

2. Условия состоятельности гипотезы

Современная научная гипотеза обладает рядом существенных особенностей. Среди этих особенностей мы прежде всего рассмотрим некоторые общие требования, которым должна удовлетворять гипотеза. Эти требования можно назвать условиями состоятельности гипотезы или методологическими критериями, которым гипотеза должна соответствовать, чтобы иметь право на существование в науке.

Эти требования не носят характера жестких правил отбора и как любые методологические рекомендации по самой сути дела являются „определенно-неопределенными". Перефразируя известное положение В. И. Ленина, можно сказать, что они являются настолько неопределенными, что исключают возможность своего превращения в некие формальные

каноны, позволяющие решать вопрос о судьбе той или иной гипотезы без глубокого конкретного анализа ее содержания, и вместе с тем настолько определенны, что существенно ограничивают круг гипотез, могущих быть предметом серьезного обсуждения.

Поскольку один из авторов уже имел случай достаточно подробно излагать требования, предъявляемые к гипотезе[7], мы ограничимся здесь беглым очерком.

Первое требование, предъявляемое к современной научной гипотезе, есть требование ее принципиальной проверяемости. Гипотеза создается для объяснения некоторого исходного круга фактов $a_1, \ldots, a_i, \ldots, a_n$ (где n — фиксировано). Как известно, для объяснения фиксированной области фактов можно построить произвольное число различных гипотез. Поскольку любая гипотеза говорит о некотором непосредственно ненаблюдаемом „механизме", проверить ее можно лишь путем вывода следствий, доступных опытному обнаружению. Поэтому из гипотезы h непременно должна быть выводима некоторая совокупность эмпирически верифицируемых высказываний $b_1, \ldots, b_k$ (где k не фиксировано). Факты, описываемые высказываниями b_i, должны быть отличными от a_i, хотя и не обязательно неизвестными в момент построения h.

Если множество $\{b_i\}$ пусто, то такая гипотеза принципиально непроверяема. Принципиально непроверяемая гипотеза есть гипотеза, которая в силу особенностей заключенного в ней „механизма" не допускает вывода следствий, доступных опытной проверке.

Требование принципиальной проверяемости, предъявляемое к гипотезе, отличает современную научную гипотезу от натурфилософских построений. Гипотезы древних натурфилософов или гипотезы Декарта, как правило, или вообще не вели ни к каким эмпирически констатируемым следствиям или указывали на такие следствия лишь в очень общей качественной форме, не приводя к строгим количественно определенным соотношениям. В развитых научных дисциплинах, ставших на путь широкого использования математики, гипотеза приобретает права гражданства лишь в том случае, если ее основные положения получают математическую формулировку, открывая тем самым возможность выведения следствий, допускающих количественное сопоставление с экспериментом.

Гипотеза, которая не ведет ни к каким количественно определенным выводам, как правило, может быть совмещена с любыми данными опытами, и это значит, что ее фактически невозможно проверить.

В этом смысле принципиальная проверяемость совпадает с фальсифицируемостью, т. е. с требованием, чтобы научная гипотеза допускала возможность своего опровержения.

Второе требование, предъявляемое к современной научной гипотезе, есть требование ее максимальной общности. Смысл этого требования

---

[7] См. Л. Б. Баженов. Основные вопросы теории гипотезы. М., 1961; Л. Б. Баженов. Современная научная гипотеза. Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1968.

состоит в том, что из гипотезы должны выводиться не только те явления, для объяснения которых она первоначально создается, но и возможно более широкий класс явлений, непосредственно, казалось бы, не связанный с первоначальными явлениями.

Это требование, как нетрудно видеть, теснейшим образом связано с требованием принципиальной проверяемости гипотезы. В самом деле, непроверяемая гипотеза — это как раз та, которая специально подбирается для объяснения непосредственно наблюдаемых опытных фактов и ничего, кроме них, обосновать не может; такая гипотеза оказывается ограниченной исключительно теми явлениями, для которых она специально и была подобрана. Такого рода гипотезы получили название гипотез ad hoc, т. е. гипотез, специально придумываемых для данного случая, для объяснения только этого случая.

Подлинно научные гипотезы носят совершенно другой характер. Создаваясь ближайшим образом для объяснения той или иной сравнительно узкой области явлений, они выходят за ее пределы и должны быть в состоянии объяснить новые стороны явлений, непосредственно не имевшиеся в виду при их создании. Если гипотеза улавливает какой-то момент объективной истины, то она необходимо приобретает общее значение, она не может являться только гипотезой ad hoc.

Третье требование к современной гипотезе — это быть способной к предсказанию, обладать предсказательной силой. Это требование тесно связано с первыми двумя и в известном смысле представляет обсуждение тех же вопросов под новым углом зрения. Требование максимальной общности означало способность гипотезы быть распространенной на новую предметную область, но явления этой области как бы „извне" предлагаются гипотезе с целью их объяснения. Они известны независимо от гипотезы, и от последней требуется объяснить их (в смысле вывести из своих основных допущений). Чем лучше гипотеза это делает, тем больше ее объяснительная сила.

Но научная гипотеза должна быть способна на большее. Она должна предвидеть новые явления, до нее и без нее не известные, чем лучше она это делает, тем большей предсказательной силой она обладает. Принципиальная проверяемость тоже состояла в выведении из гипотезы новых фактов, но там новизна этих фактов выражалась в том, что они не участвовали в построении гипотезы, и были ли они известны раньше или впервые выведены из гипотезы, было безразлично. Требование иметь предсказательную силу акцентирует внимание именно на способности гипотезы предвидеть нечто ранее вообще неизвестное. В наличии у гипотезы предсказательной силы выступает особенно ярко ее роль как формы развития научного знания. В своей предсказательной функции гипотеза делает осмысленным эксперимент, указывает пути движения экспериментальных исследований. Короче, она оказывается плодотворной, она работает.

Четвертое требование к гипотезе может быть сформулировано как требование ее принципиальной (логической) простоты. Принципиальная простота гипотезы состоит в ее способности, исходя из сравнительно немногих оснований и не прибегая к произвольным допущениям ad hoc,

объяснить наивозможно широкий круг явлений. Сложность гипотезы, свидетельствующая против нее, состоит в наличии многих искусственных и произвольных допущений, никак не связанных с основными ее положениями и превращающими гипотезу в целом в вычурное и крайне громоздкое сооружение.

Принципиальную простоту гипотезы надо брать в развитии. О любой предметной области можно построить ряд гипотез, до поры до времени более или менее удовлетворительно объясняющих ее. По мере накопления нового фактического материала эти гипотезы будут усложняться, модифицироваться. При этом ложные гипотезы для своего согласования с фактами неизбежно потребуют вычурных и искусственных допущений. Истинная гипотеза[8] в ходе своего развития может подвергаться и подвергается многочисленным уточнениям, но это именно уточнения ее основ, не ликвидирующие ее принципиальной простоты, а не придумывание каждый раз все новых и новых специальных механизмов, не связанных с основой гипотезы.

Таким образом в ходе развития знания из ряда первоначально более или менее одинаково простых гипотез выделится одна (обозначим ее h_1), характеризующаяся наименьшим числом допущений и, следовательно, обладающая наибольшей принципиальной простотой[9]. Бросая с этой ступени взгляд в будущее (когда одна из гипотез будет доказана и станет теорией), можно сказать, что h_1 имеет наибольшие шансы оказаться этой доказанной гипотезой, так как она является сейчас наиболее простой. Мысленно перенесясь в это будущее и оттуда бросая ретроспективный взгляд на сложившуюся ситуацию, мы скажем, что h_1 содержит в наибольшей степени момент объективной истины и потому является более простой.

Пятое требование к гипотезе может быть сформулировано как требование системности, понимаемой как включенность гипотезы в систему научного знания, или иначе как требование преемственной связи выдвигаемой гипотезы с предшествующим знанием. Преемственность всегда характеризовала развивающееся человеческое знание, но лишь по достижении некоторого уровня развития знания требование преемственности стало возможным сформулировать как некоторый методологический критерий, которому должна удовлетворять научная гипотеза. С достижением наукой уровня, когда имеющиеся знания оформляются в некоторую совокупность теорий, использующих развитый математический

---

[8] Строго говоря, термин „истинная гипотеза" неудачен: если гипотеза оказывается истинной, то она перестает быть гипотезой, становясь доказанной теорией. Но мы пользуемся этим термином для краткости, имея в виду следующее: предположение само по себе объективно истинное, но в данный момент еще не доказанное.

[9] Аналогичные взгляды развивает Шлезингер. Приобретение в ходе развития одной из первоначально одинаково простых гипотез большей простоты по сравнению со своими конкурентами он удачно называет критерием динамической простоты

аппарат, с помощью которого описываются основные закономерности изучаемых предметных областей, преемственная связь отливается в форму принципа соответствия.

Возникающие научные гипотезы должны удовлетворять принципу соответствия, и это требование, на наш взгляд, более точно выражает суть дела, чем обычно формулируемое положение, что гипотеза не должна противоречить доказанным положениям науки.

3. Проблемы доказательства и подтверждения гипотез

Проблемы доказательства и подтверждения гипотез несомненно являются важнейшими в исследовании гипотез. В современной методологии наук, однако, проблемы эти, с одной стороны, слишком сближаются, если не отождествляются: доказательство гипотез часто трактуется просто как их подтверждение с большой, близкой к единице степенью вероятности[10]; с другой же стороны, наоборот, противопоставляются друг другу: доказательство относится к теоретическим, подтверждение же — к эмпирическим положениям, в противоположность доказательству подтверждение рассматривается как не имеющее ни какой-либо общепризнанной теории, ни сколько-нибудь простых общепринятых критериев принятия[11]. Мы попытаемся показать, что: 1) доказательство и подтверждение представляют собой действительно существенно различные процессы, в некотором смысле исключающие друг друга, во всяком случае противоположно направленные; 2) может быть дано такое расширительное толкование термина „доказательство", что трактовка доказательства, как некоторого „предела" подтверждения становится непротиворечивой и, во всяком случае, не опровергает того факта, что все доказательства гипотез, конечно в обычном, а не в расширительном смысле этого термина, и доныне строились и, по-видимому, впредь будут строиться, не опираясь ни на какие прежде добытые подтверждения гипотез.

О доказательстве гипотез, как и любых других положений, можно говорить (имеется в виду доказательство в обычном смысле этого термина) лишь в рамках определенной теории, т. е. когда эта гипотеза является или становится предложением данной теории. Тогда, если предложение, претендующее быть предложением данной теории, следует, по установленным в этой теории правилам логического следования, из ранее уже принятых как истинные положений этой теории, т.е. из ее посылок, то соответствующая гипотеза считается в рамках этой теории доказанной. Если же из посылок следует отрицание данного предложения, то соответствующая гипотеза считается, опять-таки в

[10] R. Carnap, Logical Foundations of Probability, Chicago, 1950. H. Reichenbach, The Theory of Probability. Los Angeles, 1949.

[11] K. Hempel, Studies in the Logic of Confirmation. „Mind", 1954, № 1

рамках данной теории, опровергнутой. Возможен, впрочем, случай когда будет доказано, что данное предложение не может быть присоединено ни к истинным, ни к ложным предложениям данной теории. Тогда гипотеза, соответствующая этому предложению, будет называться в данной теории неразрешимой.

Для дальнейших построений нам придется несколько уточнить приведенные здесь положения и термины. Будем понимать под теорией, следуя Д. Сниду[12], множество предложений U, некоторые из них являются эмпирически истинными или ложными, и такое, что логические отношения R_i между любыми утверждениями P_i, принадлежащими к этому множеству, могут быть представлены аксиоматически. Иначе говоря, теория есть система, которая может быть задана тройкой образующих ($\mathscr{L}$, C, $\mathscr{T}$), где $\mathscr{L}$ — формальный язык, на котором строятся предложения теории $\mathscr{T}$, C — отношение следования, принятое в данной теории, заданное аксиоматически, т. е. пара образующих ($\mathscr{L}$, C) задает логику данной теории, $\mathscr{T}$ — множество аксиом данной теории, от которых требуется, чтобы хотя бы некоторые из них или их следствий были эмпирически истинными.

Ясно тогда, что гипотеза h будет истинной или доказанной в данной теории $\mathscr{T}$, если соответствующее ей предложение будет подмножеством U, $H \subset U$ и таким, что между подмножествами U, являющимися истинными предложениями теории, и H установлено отношение следования $\langle Q_i \rangle \mid\!\overline{\!}_{c}\, H$. Установление отношения следования в обратную сторону $\langle Q_i \rangle \overline{\!}\!\mid_{c} H$, т. е. установление отношения эквивалентности, вообще говоря, не требуется. Ясно также, что H должна находиться в отношении следования $\mid_c U$ хотя бы с одним из утверждений, принадлежащих подмножеству $\mathscr{T} \subset U$, поскольку вообще ни одно положение теории не может быть доказано без использования предложений из подмножества T, т. е. используя лишь ($\mathscr{L}$, C). Противоположное, вообще говоря, возможно, т. е. доказательство отдельных положений теории может быть произведено без использования ($\mathscr{L}$, C), например чисто экспериментально. Впрочем, эксперимент можно рассматривать как тот же самый вывод, только произведенный, так сказать, чисто материальными средствами. Во всяком случае, экспериментальные и логические средства не так уж противоположны и исключают друг друга, как это иногда кажется[13].

Таким образом, чисто экспериментальное доказательство так называемых гипотез существования, т. е. гипотез, связанных с предсказанием тех или иных конкретных фактов, при данной постановке вопроса вполне допустимо, во всяком случае поскольку такое доказательство происходит в рамках определенной теории и допустимыми в этой теории средствами. Частная гипотеза Леверье, т. е. гипотеза о нахождении конкретного небесного тела с определенными параметрами в определенной точке неба в

---

[12] J. Sneed, Logical Structure of Mathematical Physics. Dordrecht, 1971.

[13] См. Г. Лебег „Об измерении величин". Учпедгиз, 1938.

определенный момент времени, была именно доказана, а не просто подтверждена наблюдением Галле.

Кажется довольно естественным попытаться обобщить такое „доказательство экспериментом" и построить некоторый специальный вид проверяемости — доказательную проверяемость. Если удалось доказать $V \underset{c}{\dashv} H$, где V является подмножеством U таким, что все его элементы являются истинными предложениями, но не все предложения будут эмпирически истинными, тогда доказательная проверяемость H будет состоять в том, чтобы элиминировать из V все предложения $\mathcal{T}$, не являющиеся непосредственно эмпирически истинными, т. е. доказать $W \underset{c}{\dashv} H$, где $W \subset V \subset U$, причем в W содержится только эмпирически истинные предложения и быть может предложения из $\mathcal{L}_c$. Ясно, что доказательство экспериментом будет действительно частным случаем такой доказательной проверяемости, в случае когда W и C пусты.

В отличие от доказательства, при подтверждении гипотезы, вообще говоря, не требуется, хотя в принципе и не исключается, чтобы эта гипотеза была или претендовала быть предложением некоторой теории. Собственно, по одному этому формулировать сколько-нибудь общий критерий для подтверждения, по-видимому, даже теоретически невозможно. Во всяком случае, многие ученые и методологи на этом весьма горячо настаивают.

Можно, однако, попытаться исследовать в отдельности те или иные конкретные, более или менее частные виды подтверждения. Так Хемпель[14] в качестве наиболее распространенных, по его мнению, видов подтверждения называет два вида: 1) подтверждение из релевантных оснований, 2) близко к нему примыкающий вид — подтверждение примером.

Что касается второго вида, то совершенно очевидно, что это есть не что иное, как переведенная на язык подтверждений индукция через простое перечисление. Собственно, все „перетолкование" состоит в том, что отношение индуктивного следования: в общей индукции от частного к общему, в частности от ряда исследованных случаев к следующему, неисследованному — заменяется соответствующими отношениями подтверждения: гипотеза $\forall x (H(x))$ подтверждается (в определенной степени), поскольку при проверке оказались верными высказывания: $H(x_1)$, $H(x_2), \ldots, H(x_n)$. Соответственно гипотеза $H(x_{n+1})$ подтверждается (в определенной степени), поскольку оказались верными высказывания: $H(x_1)$, $H(x_2), \ldots, H(x_n)$.

Однако такой, казалось бы, совсем простой перевод старой как мир проблемы на новый язык позволил совершенно по новому взглянуть на саму эту проблему. Он обеспечил возможность совершенно иного подхода к этой проблеме, сделал возможным применение в ее исследовании совершенно новых методов. Смысл этого обновления в данном случае заключался прежде всего в том, что на новом языке оба вышеупомянутые вида подтверждения довольно естественным образом объединялись, возможность чего была совершенно не видна ранее при

[14] K. Hempel. Studies in the Logic of Confirmation. „Mind", 1954, N 1.

формулировке индукции на прежнем языке, т. е. через отношения индуктивного следования. В результате этого объединения сразу открылись новые возможности исследования и был получен ряд новых результатов.

Во-первых, еще Нико был получен критерий для подтверждения гипотезы в условной форме $\forall x_1, \forall x_2, \ldots, \forall x_n (P(x_1, x_2, \ldots, x_n) \longrightarrow \longrightarrow Q(x_1 . x_2, \ldots, x_n)$ и хотя было показано, что критерий этот не свободен от парадоксов, в общем-то близких, и в определенном смысле являющихся следствиями парадоксов материальной импликации в обычной логике, результат этот был без сомнения интересным и новым, поскольку в индукции вопрос этот, собственно говоря, не мог быть даже поставлен.

Во-вторых, и это гораздо более интересно, хотя до сих пор еще очень мало исследовано, здесь открывалась возможность, — для дополнительного подтверждения или, наоборот, дисподтверждения[15],—исследовать кроме $H(x_i)$ еще и сами свойства множества $<x>$, что в сущности и служит одной из важнейших основ метода распознавания образов, нашедшего в последнее время столь широкое применение во всех областях науки. Действительно, эти свойства множества $<x>$ как раз и являются теми самыми „релевантными основаниями", которые и должны были обосновать заключения о подтверждении или дисподтверждении гипотезы $\forall x (H(x))$ дополнительными по отношению к подтверждению примерами.

С другой стороны, крайняя неопределенность термина „релевантные основания" в формулировке Хемпелем первого вида подтверждения делала весьма неопределенной и саму область применения этого определения. Это в свою очередь естественным образом наталкивало на мысль сделать критерий релевантности самым общим критерием подтверждаемости. В этом случае казался весьма естественным и соблазнительным следующий ход мыслей: построить какую-то, достаточно, конечно, широкую математическую модель понятия „релевантность" и, получив четкий критерий подтверждаемости, построить общую логику подтверждения. Как мы увидим несколько ниже, именно так и поступили некоторые вероятностные логики, попытавшись построить вероятностную модель релевантности. Однако очень скоро выяснилось, что при попытках сколько-нибудь четкого определения понятия релевантности, тем более при построении какой-либо его модели, многие виды подтверждаемости оказывались за пределами этого критерия. Во всяком случае, сколь ни широка была вероятностная модель этого понятия, всех видов подтверждения не удалось охватить и ей.

Мы поэтому хотим предварительно остановиться на несколько ином подходе к исследованию подтверждения, а именно на кажущейся

---

[15] Термин дисподтверждение, соответствующий английскому disconfirmation, означает неподтверждение гипотезы, в отличие от антиподтверждения — подтверждения ее отрицания. Ниже будет дана вероятностная экспликация всех этих трех терминов.

нам очень интересной идее Пойа[16], связанной с его попытками построения эвристических схем подтверждения. Этот автор как раз не стре-

ТАБЛИЦА I

Соответствие доказательных и эвристических схем

	Доказательная схема	Эвристические схемы		
Название	модус-поненс	затушеванная доказательная	затушеванная индуктивная	индуктивная
Посылки	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B
	A истинно	A более пр.	A менее пр.	A ложно
Заключение	B истинно	B более пр.	B н. менее пр.	B менее пр.

ТАБЛИЦА II

	Доказательная схема	Эвристические схемы		
Название	модус-толленс	затушеванная доказательная	затушеванная индуктивная	индуктивная
Посылки	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B
	B ложно	B менее пр.	B более пр.	B истинно
Заключение	A ложно	A н. менее пр.	A н. более пр.	A более пр.

ТАБЛИЦА III

	Доказательные схемы	Эвристические схемы		
Название	модус-несовместимости	затушеванная доказательная	затушеванная индуктивная	индуктивная
Посылки	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B	A ⟶ B
	B истинно	B более пр.	B менее пр.	B ложно
Заключение	A ложно	A менее пр.	A н. более пр.	A более пр.

[16] См. Д. Пойа. „Математика и правдоподобные рассуждения", М., 1957.

мится дать какого-то общего критерия, общих правил подтверждения, уверенный в том, что такие правила „невозможны и, во всяком случае, бесполезны", поскольку „правдоподобные рассуждения" в отличие от доказательных „кратковременны и преходящи". Поэтому он строит как раз очень конкретные критерии подтверждения, не претендующие на общность, но зато очень четко работающие каждый в своей области.

В сущности его идея состоит просто в том, чтобы для каждой доказательной схемы дедуктивной логики подыскать соответствующие ей эвристические схемы, каковые (в общем даже не так важно, на каком языке построенные) как раз и будут теми конкретными правилами или критериями подтверждения, которыми можно будет пользоваться в подходящем случае. Вот слегка измененная таблица Пойа, показывающая соответствие эвристических и доказательных схем (см. стр. 71)

В таблице применены следующие сокращения: правдоподобно — пр., несколько — н., ⟶ — импликация

Как видим, каждой доказательной схеме соответствует по три эвристических, причем в каждой из них эвристичность получается за счет ослабления одной из посылок. В модусе несовместимости ввиду равноценности посылок выбор ослабляемой несущественен. Число подобных эвристических схем можно было бы существенно увеличить, ставя, например, в соответствие каждой табличной схеме, безразлично доказательной или эвристической, некоторую схему аналогию, получающуюся из соответствующей табличной схемы добавлением к ее посылкам двух новых посылок вида $\alpha \rightarrow \beta$ и α аналогична A и изменением заключения, которое будет производиться уже в отношении β.

Ясно, что степень правдоподобности заключения в такой эвристической схеме аналогии будет еще понижена по сравнению со степенью правдоподобности, соответствующей табличной схеме. Так в схеме аналогии, соответствующей модус поненс (табл. I), заключение относительно β будет уже лишь правдоподобным, а не истинным.

Можно было бы в принципе назвать эти эвристические схемы аналогии, имеющие, кстати, прямое отношение к хемпелевскому подтверждению первого вида, в котором релевантным основанием как раз и является аналогия, эвристическими схемами второго рода. Мы, однако, не будем здесь останавливаться на классификации эвристических схем. Гораздо важнее нам отметить другое, а именно, что в основе всех эвристических схем, схем подтверждения лежат существенно иные процессы, чем в основе схем доказательных. Внешне, как видно из таблиц, процессы эти могут иметь как будто даже одну и ту же направленность, т. е. оба они могут быть направлены от основания к следствиям или наоборот. Как говорит Пойа, переход от доказательных схем к эвристическим может быть совершенно непрерывным. Таким образом, отличаются эти процессы вовсе не своей внешней направленностью. И тем не менее они существенно друг от друга отличны и в определенном смысле даже исключают друг друга.

Главным признаком, отличающим доказательные схемы от эвристических, является полная отделимость в эвристических схемах заключений от посылок. Посылки в доказательных схемах передают заклю-

чению этих схем все, что у них есть, — свою истинность, и ничего кроме этого для заключения в таких схемах не требуется. Аристотель называет это важнейшее свойство доказательных умозаключений автаркией (самостоятельностью).

Этим-то свойством самостоятельности и не обладают эвристические схемы. Для выведения заключения в таких схемах сверх информации, заключенной в посылках, всегда требуется некоторая внешняя по отношению к этим посылкам информация, от наличия или изменения которой будет существенно зависеть ценность самого заключения. Особенно это видно в эвристических схемах второго рода. Мы, однако, покажем, что это же имеет место и в схемах первого рода.

Хорошо известно, что если импликация истинна, то в случае неистинного антецедента (в классической логике это эквивалентно утверждению, что антецедент является ложным высказыванием) консеквент импликации может быть как истинным, так и ложным высказыванием. Эвристические схемы Пойа можно представить как схемы, позволяющие оценить, какое же из этих двух высказываний будет более вероятным, более правдоподобным. Ясно, что в логике, в которой мы оперируем только с высказываниями, у которых, как известно, нет ничего кроме их истинностных характеристик, такой оценки сделать невозможно. Для этого необходимо обратиться уже к смыслу высказываний, т. е. к предложению или даже суждению — так называют иногда высказывания вместе с их смысловыми или прагматическими характеристиками. Именно в этой необходимости оперировать предложениями и суждениями, а не только высказываниями, заключается формальное отличие процессов, лежащих в основе эвристических схем. Именно из-за этой необходимости обращения к смысловым и прагматическим характеристикам высказываний схемы подтверждения не обладают автаркией.

Все это, конечно, не исключает возможности описания схем подтверждения на подходящем формализованном языке. Как известно, Пойа выбирает в качестве такого языка исчисления вероятностей. Тогда с помощью функции „вероятность“ оказывается возможным моделировать свойства правдоподобности высказывания. Посредством оператора „условная вероятность“, кстати сказать, также невыразимого с помощью булевых функций, удается очень наглядно выразить высказывания о том, как будет меняться степень правдоподобности предположения об истинности гипотезы при условии истинности вытекающего из нее следствия, если будет меняться правдоподобность предположений об истинности самой по себе гипотезы и самого по себе следствия, вне его отношения к гипотезе. Поскольку, согласно Пойа, в теории правдоподобных рассуждений мы можем говорить лишь о направлении, но не о величине правдоподобности, все такого рода высказывания будут иметь вид: $(\uparrow P(A/\beta))$, $(\downarrow P(A/\beta))$, где стрелки означают $\uparrow$ возрастания или убывания $\downarrow$ правдоподобности, а следовательно и подтверждаемости соответствующих высказываний. Исключение сос-

тавляют лишь высказывания ($P(A/\beta)=1$), ($P(A/\beta)=0$), соответствующие крайним значениям степени правдоподобности — истине и лжи.

Знаменитым примеров вывода, полученного в такой эвристике, является вывод о том, что всякое следствие из гипотезы подтверждает эту гипотезу, если только оно не было истинным до ее принятия, причем тем в большей степени, чем меньше была вероятность этого следствия до принятия этой гипотезы. Действительно, согласно правилам исчисления вероятности, — поскольку ($h \rightarrow f$) (h — гипотеза, f — факт, следующий из этой гипотезы), то $P(h/f) = \frac{P(h)}{P(f)}$ и поскольку P (f) всегда меньше единицы, то $P(h/f) > P(h)$, т. е. f подтверждает h. Правда, если $P(f) < P(h)$, как это в основном и бывает в эмпирических науках, то (P (h/f) будет больше единицы, что конечно противоречит правилам исчисления вероятности и что было бы катастрофичным для вероятностной логики. Однако для эвристики это совсем не страшно, поскольку здесь у нас все равно нет величины вероятности, а на направленность правдоподобности факт превышения ею единицы или какой-либо другой величины не влияет. Мы просто отмечаем быстрое возрастание степени правдоподобности h при условии истинности ее следствия.

Впрочем, в эмпирических науках, где процедура подтверждаемости, в сущности, и сводится к сравнению ожидаемости следствий до принятия гипотезы и после ее принятия, указанный вывод является весьма привлекательным. Кроме того, из него сразу же следует определение информационной ценности гипотезы, очень близкое к определению ценности информации по Бонгарду. Гипотеза будет тем более ценной, чем более возрастает P (h/f) по сравнению с P (f) или чем больше будет величина $V(h)=\frac{P(h/f)}{P(f)}$, где V—информационная ценность гипотезы. В нашем случае $V(h) = \frac{P(h)}{P(f)^2}$. Таким образом V (h) прямопропорционально P (h), что полностью согласуется с тем фактом, что теорема какой-либо теории, из которой получено неожиданное следствие, ценится гораздо выше, чем придуманная, для объяснения некоторого факта гипотеза.

С другой стороны, V (h) имеет определенный смысл и в рамках вероятностной логики. Действительно, если требовать, чтобы P (h/f) как вероятность любого высказывания не превышала единицы, то P (h) должна быть меньше или равна P (f), что, по-видимому, можно было бы интерпретировать следующим образом: чем менее вероятен некоторый факт, тем более „сумасшедшей“ (как любят говорить физики), маловероятной должна быть объясняющая этот факт гипотеза. Конечно, информационная ценность такой гипотезы будет поначалу очень невелика, но она будет сильно возрастать по мере включения этой гипотезы в какую-либо теорию.

С нашей точки зрения, в этой постановке вопроса хорошо уясняется разница между количеством и ценностью информации. Факт сам по себе несет лишь чистую информацию, и ее количество пропорционально той неопределенности, которая оказывается устраненной с получением этого факта, без использования данной теории или гипо-

тезы. Гипотеза и теория есть прежде всего средства для получения, „добычи" информации и, как всякое средство, оценивается не только количеством доставленного им блага (в данном случае количеством информации), но и собственной надежностью, основным капиталом, так сказать, т. е. в данном случае тем местом, которое это средство занимает в общем фонде человеческого знания. Если эта теория, — элемент цельной системы человеческого знания, то ценность ее, конечно, много выше, чем ценность гипотезы, еще не вошедшей в эту цельную систему, характеризующейся известной неопределенностью, которую еще нужно устранить.

С другой стороны, и сам факт получает сверх количества информации определенную ценность, информационную оценку лишь внутри теории, из которой он следует, или гипотезы, которую он подтверждает, так же как любой факт имеет, как правило, совершенно различную ценность в глазах различных людей, в зависимости от их общего или ситуационного тезауруса. Мы видим здесь непосредственную связь с ленинской теорией отражения, поскольку ценность информации становится одной из характеристик—количественной характеристикой — активности познавательного отражения.

Существует, однако, и другой подход к построению схем подтверждения. В настоящее время он является более распространенным, а следовательно и более известным, чем только что описанный, поэтому мы здесь отметим лишь его основные вехи. Одно из главных направлений этого подхода, как уже упоминалось, существенно связано с попытками построения вероятностных моделей релевантности, через которую там определяется и само подтверждение. Для этого предварительно строится некоторая система вероятностной логики. Она представляет собой синтаксическую систему, конечно гораздо более мощную, чем пропозициональная логика, чтобы иметь возможность „загнать" в синтактику ту семантику, обращение к которой, как только что упоминалось, потребовалось нам для выявления оценки степени правдоподобности высказываний. Пойа не включает эту семантику или теорию оценок в логику, кладя именно здесь водораздел между логикой и эвристикой. Многие современные логики поступают иначе.

Делают они это по-разному. В настоящее время чаще всего вероятность добавляется к системе логики высказываний в качестве нового отношения между высказываниями, точнее между предложениями, поскольку через истинностные характеристики вероятность не может быть выражена. Именно поэтому вероятность выражается в виде некоторой „мостовой" функции, соединяющей два множества: множество высказываний, являющихся аргументами этой функции, и множество ее значений. Повторяем, что вероятность может быть определена лишь через обращение к смысловым характеристикам высказываний, т. е. к событиям, о которых в этих высказываниях идет речь. Так появляется логическая, частотная или, наконец, субъективная интерпретация вероятности. Именно поэтому Рассел, например, говорит о том, что в качестве логики подтверждения, вероятностная логика может быть использована лишь как интерпретированная система.

Строго говоря, система аксиом вероятностной логики должна состоять из трех подсистем: пропозициональной, задающей операции между высказываниями, арифметической, задающей операции между значениями вероятности, и вероятностной, задающей саму эту мостовую функцию. Обычно, однако, вторая подсистема ради простоты опускается. Вот пример такой аксиоматики:

*A*1. $(A \rightarrow (A . A))$
*A*2. $(A . B) \rightarrow A$
*A*3. $((A \rightarrow B) \rightarrow (\neg (B . C) \rightarrow \neg (C . A))$
*A*4. $A, A \rightarrow B \vdash B$
*AB*1. $O \leq P(A/B) \leq 1.$
*AB*2. $P(A/A) = 1.$
*AB*3. $P(A . B/C) = P(A/C) . P(B/A . C).$
*AB*4. Если $\neg \vdash \neg B$, то $P(\neg A/B) = 1 - P(A/B)$
*AB*5. Если $\vdash ((A = C) . (B = Q))$, то $P(A/B) = P(C/Q)$.

В такой логике и строится модель отношения релевантности. Два высказывания h и f называются положительно или отрицательно релевантными, если $P(h/f . k) > P(h/k)$ или соответственно $P(h/f.k) < P(h/k)$. Классики вероятностной логики, конечно довольно легко, хотя, на наш взгляд, довольно искусственно избавляются от этого недостатка модели, в основном вводя обязательное различение гипотезы и свидетельства. Поэтому формально вероятностнологические модели подтверждаемости оказываются основанными лишь на вероятности. Фактически, однако, в основе построения этих моделей лежит все та же идея Кейнса о связи релевантности и подтверждаемости.

На наш взгляд, не отождествляя отношения релевантности с подтверждаемостью, имеет смысл попытаться построить, так сказать, релевантностную логику[17]. Определенным достоинством такой логики, с нашей точки зрения, является формулировка в терминах логики понятия вывода из посылок, лишь релевантных к заключению. Эта и есть та самая расширительная трактовка понятия доказательства, о которой говорилось в начале раздела, т. е. доказательства с определенной степенью вероятности. Конечно, настоящей отделимости заключения от хвоста посылок здесь нет. Но в этой логике формулируется условие возможной редукции цепи посылок. Ценой такого „отделения" заключения от посылок является вероятность, навешиваемая на такое заключение.

Мы рассмотрели логические аспекты проблемы подтверждения и доказательства гипотезы. Но эта проблема не только логическая, но одновременно и гносеологическая. И когда говорят о доказательстве гипотезы в гносеологическом плане, имеют в виду не логическое доказательство (все равно в узкой или расширительной его трактовке), а

---

[17] См. также Б. Н. Пятницын „К вопросу о семантике вероятностных и индуктивных логик", сб. „Логическая семантика и модальная логика". М., 1967.

нечто другое — превращение гипотезы в теорию. Главный методологический недостаток как традиционной, так и современной позитивистской постановки вопроса состоял в том, что это превращение мыслилось как переход от знания чисто вероятного к знанию абсолютно достоверному. С точки зрения материалистической диалектики превращение гипотезы не есть превращение ее в некую догму, неспособную к дальнейшему развитию, уточнению, совершенствованию. Доказательство гипотезы делает ее не абсолютной истиной в последней инстанции, а относительной истиной, но такой, которая на данной ступени приближения к действительности в основных чертах верно схватывает реальный механизм объясняемых явлений.

Это не означает, конечно, что между гипотезой и теорией нет качественной грани.

Любая гипотеза до тех пор, пока она только гипотеза, может быть по мере развития науки отвергнута в основном, главном, решающем. Гипотеза, превратившаяся в теорию, ставшая теорией, уже не может быть отвергнута наукой в ее основном содержании. Она может быть и непременно будет превзойдена наукой, но ее основные положения, подвергшись ограничениям и уточнениям, сохранят непреходящее значение. В этом различие гипотезы и теории.

ГЛАВА 5

ПРИНЦИП ОТРАЖЕНИЯ И МАТЕМАТИКА

За последние десятилетия математика сделала огромный шаг на пути своего развития. И главное здесь заключается не столько в количестве новых результатов и возникновении новых областей исследования, сколько в качественном изменении места и роли математики в познании. Начался бурный процесс математизации знаний и резкого возрастания значения математических идей, подходов и методов, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса. Буквально с каждым днем мы убеждаемся в том, как математический подход в познании явлений природы позволяет проникать глубже в природу вещей, открывать и формулировать ранее скрытые закономерности. Математика из средства лишь описания превратилась в один из сильнейших методов и средств познания. Таким образом, выяснилось, что математика способна отражать явления материального мира точнее, полнее и глубже, чем это возможно сделать лишь средствами непосредственного наблюдения и качественного осмысления результатов наблюдения.

Мы пришли к выводу о том, что математику следует считать одним из средств, которые позволяют человеку осуществлять процесс отражения. Но в то же время возникает вопрос: как этот вывод согласуется с характерными особенностями математики и системы ее изложения? Здесь уместно напомнить, что, во-первых, математика при выводе своих результатов не прибегает к эксперименту, к наблюдениям явлений природы, а основывается на использовании законов формальной логики; во-вторых, она имеет дело не с вещами материального мира, а с весьма абстрактными понятиями, объективные аналоги которых обнаруживаются опосредствованным путем; в-третьих, при изложении математики, как правило, используется столь формализованная форма изложения, которой как бы подчеркнуто отвергается всякая связь предмета изложения с вещами окружающего нас мира. И может создаться впечатление, что математика представляет замкнутый в себе мир, который не связан (по крайней мере, видимым образом) с полными жизни и противоречий окружающими нас явлениями. Недаром один из крупнейших математиков недавнего прошлого Анри Пуанкаре писал в своей известной книге „Наука и гипотеза“ о том, что математике приходится размышлять о себе самой, а это полезно, так как, размышляя о себе, она тем самым размышляет о человеческом уме, создавшем ее, тем более, что среди всех своих творений он создал математику с наименьшими заимствованиями извне[1]. В той же книге

[1] А. Пуанкаре. Наука и гипотеза, М., 1904.

А. Пуанкаре спрашивал себя: „Проистекает ли вообще геометрия из опыта?“, и сам же ответил на этот вопрос словами: „Глубокое исследование покажет нам, что нет“.

Совсем недавно группа французских математиков, известная под именем Никола Бурбаки, писала: „В своей аксиоматической форме математика представляется скоплением абстрактных форм — математических структур, и оказывается (хотя по существу и неизвестно почему), что некоторые аспекты экспериментальной действительности как будто в результате предопределения укладываются в некоторые из этих форм“[2].

Приведенные два высказывания мыслителей, которые на протяжении последних десятилетий много сделали для прогресса математики, свидетельствуют о чрезвычайной сложности стоящего перед нами вопроса. А ведь в математической литературе имеются и многочисленные иные суждения относительно природы математических понятий и теорий. Последние трактуются и как „чистые создания нашей мысли“, как „условные соглашения“, и „доопытные, априорные идеи“. При таких исходных позициях естественно возникает множество недоуменных вопросов, и среди них на первом месте такой: как же при условии свободного создания математических понятий математике удается не только сохранять существенную роль при познании явлений реального мира, но и увеличивать свое значение, распространяя свое влияние на новые и новые области исследований? Таким образом, мы со всей остротой снова ощущаем необходимость изучения основного для философии математики вопроса об отношении математического знания к действительности. Важность этой проблемы была подчеркнута Никола Бурбаки: „основная проблема состоит во взаимоотношении мира экспериментального и мира математического“[3].

Задача настоящей главы — раскрыть истинное положение дел, установив, что математика обладает лишь относительной самостоятельностью, в действительности она не теряет самых тесных связей с общественной практикой. С этой целью мы проследим процесс образования математических понятий, появления новых математических теорий и обсудим вопрос об источниках новых математических идей. При этом мы увидим, что развитие математической теории следует тем же законам, которым подчиняется любое познание, любой переход от незнания к знанию, от неполного знания — к более полному и точному. Для этого необходим исторический подход. Если же ограничиться рассмотрением полностью сформировавшегося математического формализма, в котором истоки понятий и правил действий скрыты за абстрактными определениями, то можно пройти мимо истинных источников математических теорий и принять форму изложения за существо дела

Проследим в самых кратких чертах происхождение и развитие двух основных математических понятий — числа и вероятности.

---

[2] Н. Бурбаки. Очерки по истории математики, М., 1963, стр. 259.

[3] Там же, стр. 251.

Понятие целого положительного числа формировалось в течение многих тысячелетий; при этом весьма длительное время само по себе, отдельно от перечисляемых предметов, оно не существовало. По утверждению филологов, в ряде африканских языков для обозначения двух коров и двух хижин существуют различные слова, само же числительное „два" еще не выделено. Выделение числительных произошло далеко не сразу и явилось свидетельством высокой ступени развития. Но на этой ступени развития понятия целого положительного числа еще не было представления о неограниченности числового ряда. Недаром еще в XII—XIII веках в древне-славянских рукописях при перечислении чисел и их названий доходили до числа 10^{49}, а далее добавляли: „сего числа больше нет". Правда, за полторы тысячи лет до этого Архимед показал, что множество целых положительных чисел можно продолжить как угодно далеко.

Математическое понятие, возникнув, начинает свою собственную жизнь: для него следует установить правила действий, выяснить присущие ему свойства. И действительно, уже в Древнем Вавилоне существовали строгие правила действий с целыми числами. В Древней же Греции возникли элементы теории чисел, в которой изучались свойства целых чисел: их делимость, распределение простых чисел в ряду натуральных чисел и т. д. Платон в диалоге „Государство" очень ярко говорит об этом процессе отделения понятий математики от породившей их практики: „кто собирается занять высшие должности в государстве", должен „обратиться к искусству счета, причем заниматься им они должны будут не как попало, а до тех пор, пока не придут с помощью самого мышления к созерцанию природы чисел — не ради купли и продажи, о чем заботятся купцы и торговцы..."[4].

На очень ранней ступени развития понятия числа выяснилось с полной определенностью, что целыми числами обойтись невозможно и требуется серьезное расширение введенного понятия. Без этого нельзя производить над числами простейшие арифметические действия — вычитание и деление. Так постепенно понятие числа стало включать в себя как отрицательные числа, так и рациональные дроби.

Хорошо известно, что на этом процесс формирования понятия числа не завершился. И человечество использовало при этом два основных пути — измерение и выполнимость обратных действий над числами. Так мир чисел пополнился последовательно иррациональными и комплексными числами. Каждый шаг в развитии понятия числа совершался не спонтанно, а был предопределен или задачами практики, или же задачами, связанными с развитием самой математической теории. Позднее, уже в XX веке выяснилось, что над рядом объектов — элементами групп, матрицами, функциями и т. д. — приходится производить различного рода операции в некотором обобщенном смысле подобные арифметическим. Естественно возникла потребность разработать общую теорию таких операций. Так возникла абстрактная алгебра. Но и ее возникновение было подготовлено появлением в математике

---

[4] Платон. Сочинения, т. 3, вып. I, М., 1971, стр. 335.

таких объектов, которые наводили на мысль о единстве различных областей исследования. Каждый раз авторы отталкивались от уже созданных ранее математических объектов исследования, которые приобрели жизнь и своим существованием и применениями показали свою жизнеспособность и ценность для физики, инженерного дела или же других областей естествознания и практики.

Понятие вероятного, случайного события, с которым мы сталкиваемся теперь в трактатах по теории вероятностей, появилось далеко не сразу. Принятому теперь аксиоматическому определению вероятности по Колмогорову предшествовал длительный период чисто эмпирических представлений. Первые шаги в определении вероятности обычно связывают с именами Б. Паскаля, П. Ферма и Х. Гюйгенса. Однако в действительности это был уже довольно далеко продвинутый этап, когда длительные наблюдения за реальными явлениями — азартными играми, страхованием, рождаемостью — привели к представлениям о наличии определенных закономерностей, выходящих за пределы однозначной детерминированности.

Классическое понятие вероятности, связанное не столько с определением, сколько со способом вычисления, появилось совсем не случайно, а в силу определенного обстоятельства: это понятие хорошо отражало специфику явлений, наблюдавшихся в процессах азартных игр. Начиная же с конца XVIII столетия, когда проблемы теории ошибок наблюдений приобрели ведущее значение, начались систематические и упорные поиски возможности обобщения понятия вероятности. Это обобщение ускользало от исследователей, но они не смущались этим и применяли старое понятие, недостаточное в отношении к более широким классам объектов. И только XX век с его более широкими взглядами в самой математике и во всем естествознании создал предпосылки для логического построения понятия вероятности не только для простейших случайных событий и распределений вероятностей скалярных случайных величин, но и для распределения в абстрактных пространствах. И это случилось не столько потому, что были созданы предпосылки для таких построений внутри самой математики, сколько по причине насущных требований со стороны естествознания, в первую очередь, новой физики, а так же зарождавшейся новой техники.

Вполне естественно, что стремление найти достаточно широкое понятие, способное охватить большой круг основных проблем, нуждающихся в этом понятии, приводит к необходимости идти по пути все большей и большей абстрактности. Но как бы ни было абстрактно современное определение понятия вероятности случайного события, скажем в аксиоматике А. Н. Колмогорова, оно выросло на почве развивавшихся конкретных представлений, и каждый этап в его развитии был связан с определенными задачами, уже не укладывавшимися в установившиеся представления. Более общее понятие при этом строится так, что оно включает в себя ранее изучавшиеся объекты, а также ряд новых, в исследовании которых появилась необходимость.

Создание понятий — очень важный для математики процесс, и этот процесс тесно связан, как мы видели, с развитием требований

практики. Однако создание новых понятий является лишь одной из сторон прогресса науки. Второй стороной является разыскание соотношений между понятиями, получение выводов, которые можно сделать из тех или иных предпосылок. В этом и состоит как раз процесс создания теории.

Но математическая теория не создается совершенно произвольно, поскольку на выбор направлений исследований огромное влияние оказывает научная и общественная практика. Математик не остается независимым от этого влияния. Через многие каналы он знакомится с насущными проблемами практики; из газет, журналов, бесед с учеными профессионал-математик узнает о многих нерешенных задачах науки и жизни. Эти знания нередко превращаются в объект его творческой деятельности, конечно, преобразующей возникшие проблемы в плане свойственных ему научных интересов. В результате обогащается научная математическая проблематика данного исследователя и в то же время научное познание действительности пополняется новыми математическими методами. Таким образом, в процессе своего развития теория получает импульсы, связанные с изучением реального мира, и тем самым является в определенном отношении опосредствованным отражением его. Само собой разумеется, что картина реальных явлений, отраженных теорией, неполна. Она рисует лишь некоторые их стороны, но эти стороны реального мира оказывают влияние на развитие теории, направляют ее. Получается так, что нередко эти направляющие воздействия практики, связанной с изучением реального мира и воздействием на него, остаются для исследователя неосознанными, незамеченными; но от этого их влияние не становится недейственным. В тех же случаях, когда исследователь сознательно стремится использовать математический метод для изучения какой-либо стороны материального мира, он обязан, в первую очередь, постараться найти математические средства, которые были бы способны адекватно (по крайней мере для данного уровня познания) отобразить реальные процессы. Как правило, для новых явлений или для новых стадий отражения ранее изучавшихся явлений такого готового математического аппарата нет. Тогда перед исследователями стоит задача разработки новых математических средств, способных достаточно удовлетворительно описывать эти явления.

История математики дает нам неограниченное число примеров, способных иллюстрировать только что высказанную мысль. В прошлом веке одной из наиболее острых проблем естествознания было решение вопроса о происхождении солнечной системы и связанного с ним вопроса об устойчивых фигурах, о равновесии жидких вращающихся масс. Наука в наследство от прошлых эпох получила блестящие результаты таких выдающихся ученых, как Клеро и Маклорен, Якоби и Луивилль, Томпсон и Тэт. Новый решающий шаг в этой теории был сделан А. М. Ляпуновым. Для изучения четко поставленной естественнонаучной задачи строилась ее математическая модель, отражавшая процессы, происходившие миллиарды лет назад, задолго до появления человека. Изучение новых сторон реального мира непосредственно при-

водило к математическим задачам, совершенно не затрагивавшимся предшественниками. Ляпунов был вынужден попутно разрабатывать и необходимый математический аппарат. Таким образом, разработка математической теории была необходимым элементом отражения картины материального мира в нашем сознании. И не из платоновского мира идей заимствовал Ляпунов необходимые ему математические идеи, методы и теоремы, сама реальность приводила к их построению, к неизбежности их появления. Я проиллюстрирую эту мысль еще на одном примере.

В начале тридцатых годов работами А. Н. Колмогорова и А. Я. Хинчина были созданы основы теории случайных процессов. Первым из них было дано определение процессов без последствия или, как теперь принято говорить, процессов марковского типа; второй дал начало теории стационарных процессов. Было ли создание этой теории свободным творческим актом разума или же введенные типы процессов явились отражением в человеческом сознании некоторых сторон окружающей нас материальной действительности? Взглянем на истоки этой теории и на первые работы создавших ее авторов.

Исходной позицией А. Я. Хинчина была статистическая физика, в которой он долгие годы стремился найти математические средства описания, адекватные изучаемой физической картине. Вскоре после опубликования первоначальной статьи выяснилось, что введенный класс процессов представляет непосредственный интерес для многочисленных задач геофизики, радиоэлектроники, текстильного дела и других областей науки и практической деятельности. Для А. Н. Колмогорова исходным пунктом развитой им теории были задачи диффузии и броуновского движения.

Означает ли сказанное, что теория случайных процессов не могла появиться независимо от запросов практики, независимо от математического отражения процессов материального мира?

На мой взгляд, на этот вопрос следует ответить так: вполне естественной для уже существовавшей математики была идея рассмотрения функций от одного или нескольких аргументов со случайными значениями в каждой точке. Это было бы перенесением на теорию вероятностей представлений, сложившихся в математическом анализе и теории функций. Но и при таком ходе развития теории мы не избавились бы от влияния реального мира, поскольку сама идея рассмотрения понятия функции возникла из изучения реальных явлений.

Подобный же анализ можно было бы провести для всех, даже для наиболее абстрактных областей математики, и убедиться в том, что математика получает от практики не только исходные точки зрения, но и непрерывные организующие стимулы. В результате следует признать, что математика формируется под воздействием задач исследования окружающего нас мира, как непосредственным воздействием, так и прошедшим ряд ступеней отвлечения от реальных объектов. При этом математика стремится отразить (логически реконструировать) не только непосредственно наблюдаемый мир, но и все логически возможные миры. Но построение всех мыслимых систем осуществляется

в первую очередь ради того, чтобы иметь в руках широкий арсенал для моделирования действительных явлений. Когда в начале XIX столетия Н. И. Лобачевский подверг сомнению тезис Канта о врожденности наших геометрических представлений и построил геометрическую систему, отличную от эвклидовой, то из этого факта он сделал два существенных общих вывода: (1) учение Канта об априорности пространственных представлений ложно и (2) вполне возможно, что в природе одни силы следуют одной геометрии, а другие — другой. В этом плане мне хотелось бы привести небольшую цитату из сочинения Н. И. Лобачевского „Новые начала геометрии с полной теорией параллельных": „В природе мы познаем собственно только движение... все прочие понятия, например, геометрические, произведены нашим умом искусственно, будучи взяты в свойствах движения... в нашем уме не может быть никакого противоречия, когда мы допускаем, что некоторые силы в природе следуют одной, другие своей особой Геометрии"[5]. Полезно к сказанному добавить, что сам Лобачевский считал вопрос о характере геометрии реального пространства, в котором мы живем, таким, который требует опытного решения.

Перейдем теперь к вопросу о происхождении новых проблем математики, о тех путях, которые приводят к появлению новых математических идей, представляющих всеобщий интерес, а не только вызывающих персональное волнение их авторов. Частично этот вопрос выше уже обсуждался в связи с задачами практики. Нет сомнений в том, что практика во всем ее многообразии является основным источником нового в математике. Она наводит на мысль о новых типах проблем, она побуждает к поискам новых методов, вселяет уверенность в правильности выбранного направления исследований, она же приводит к постановке и решению вопроса об области применимости введенных понятий и методов исследования. Интересно заметить, что все авторы согласны с тем тезисом, что практика играла основополагающую роль в становлении математики на первых этапах ее развития. Когда же речь заходит о математике наших дней, то нередко можно слышать категорические высказывания о том, что современная математика прогрессирует уже без влияния практики.

Но никак нельзя признать верным этот тезис. И тем не менее, отдавая должное значению практики, неправомерно сводить движущие силы развития математики к одной лишь практике. В том бурном потоке исследований, с которым мы сталкиваемся теперь, огромную роль играет и другая сила, вступившая в действие уже в эпоху эллинизма. Ведь математика не представляет собой только собрание решенных проблем практики; в первую очередь, она является теорией. А как известно, теория обладает и внутренними возможностями развития. В ней разрозненные результаты должны приводиться в систему, частные выводы должны получать максимальную общность. Перед математиком постоянно должен возникать вопрос: является ли данный резуль-

---

[5] Н. И. Лобачевский. Полное собрание сочинений, т. 2, М. — Л., 1949, стр. 159.

тат изолированным фактом или же он — один из многих аналогичных результатов, полученных по разным поводам в разных ветвях математической теории. Обобщенные представления позволяют взглянуть на многочисленные, до того разрозненные факты с единой точки зрения. В результате удается найти порядок там, где ранее не было заметно каких-либо закономерностей.

Несомненно, что математика должна изучать свойства основных своих понятий; и это следует делать независимо от тех запросов, которые предъявляет нам практика. Я не думаю, чтобы доказательство гипотезы Гольдбаха о представимости любого целого числа суммой не более, чем трех простых чисел или же доказательство великой теоремы Ферма существенно для практики. Но обе эти теоремы позволяют глубже понять свойства такого фундаментального для всей человеческой культуры, а не только для математики, понятия, как понятие целого положительного числа.

Создание общих методов дает возможность единообразно получать решения, на которые приходилось многократно затрачивать огромные усилия по разным частным поводам. Конечно, такой обобщенный подход не дается даром, и за него приходится платить большей абстрактностью вводимых понятий. Но при этом всегда оказывается, что удачно введенное общее понятие позволяет видеть дальше, дает возможность переносить наглядность с более частных представлений на более общие понятия. Достаточно вспомнить то влияние на прогресс математики (а также на расширение ее прикладных возможностей), которое оказало введение понятия топологического (и метрического) пространства. Геометрическая интуиция, выработанная на представлениях эвклидовой геометрии, переносилась на несравненно более широкий объект исследований. Представление об абстрактности понятий или же их чрезмерной абстрактности оказывается весьма относительным: то, к чему старшее поколение привыкает с огромным трудом, новое поколение воспринимает как само собой разумеющееся.

Третий источник нового в математике связан с проблемами обоснования ее, то есть с критическим пересмотром ее основных положений, понятий, представлений о строгости и полноте доказательств. Такого рода пересмотров основ математика знает несколько, и их значение для сохранения единства математики, для приведения накопленного материала в соответствие с логическим фундаментом неоспоримо. В начале нашего века такой пересмотр был осуществлен на базе теории множеств. Всем хорошо известно, к каким огромным последствиям он привел: математика существенно изменила свое лицо и сделалась более гибкой; несмотря на свою большую абстрактность, она приобрела несравненно большие возможности познания окружающего нас мира; открыла путь развития новых своих областей на прочной основе. К таким ветвям относятся, в частности, функциональный анализ, вся теория вероятностей, топология. В математику широко вошли неконструктивные доказательства и чистые теоремы существования.

Теперь мы можем перейти и к ответу на один из самых волнующих вопросов: в чем состоит причина познавательной мощи матема-

тики? Чем вызывается то, что, сделавшись более абстрактной, математика приобрела новые возможности для познания окружающего нас мира?

Причин этого много. В первую очередь, необходимо указать на то, что математическое абстрагирование производится не произвольно, а на базе реальных задач практики, созданных ранее понятий и уже имеющихся областей математики. Каждый раз новые теории проверяются путем сравнения с тем, что они могут дать нового, насколько полнее они позволяют описывать интересующие нас вопросы. Таким образом, сделавшись более общими, математические теории не теряют тех возможностей, какими они обладали первоначально. Но при этом существенно расширяются их возможности как в связи с большей гибкостью понятий, так и в связи с усилением используемых методов исследования.

Далее мы должны отметить следующее обстоятельство: каждый раз, когда математический аппарат оказывается недостаточным для исследования интересующих нас явлений, мы ищем и рано или поздно находим новые средства описания, способные полнее и точнее отобразить интересующие нас явления. В результате математика и ее средства исследования не остаются на месте, а непрерывно обновляются и совершенствуются. Нередко математика обогащает свой арсенал впрок, без непосредственных толчков со стороны практики и практика лишь позднее обнаруживает полезные для себя орудия исследования. Достаточно вспомнить, что теория групп впервые начала изучаться в математике в начале прошлого века. Толчком для ее выделения явились чисто математические задачи. В нашем столетии было замечено, что этот математический аппарат может быть с успехом использован в физике, в том числе в физике элементарных частиц.

Наконец обратим внимание на то, что явления природы исключительно сложны. При их изучении мы вынуждены ограничиваться рассмотрением лишь немногих их сторон. В зависимости от того, как мы производим абстрагирование, как мы составляем математическую модель явления, открываются различные возможности его математического описания. И в пределах определенной точности оказывается возможным одинаково удачно описывать их с помощью различных математических средств. Только позднее при расширении объекта исследования становится ясной недостаточность одних математических средств описания и преимущества других, а также необходимость уточнения используемой модели.

Математика в давние времена создавалась как орудие отражения окружающего нас мира. Это свое свойство она сохранила и в наши дни.

ГЛАВА 6

ИДЕЯ ВЕРОЯТНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ОТРАЖЕНИЯ

С развитием науки изменяются не только ее основные объекты исследования, но и сами формы выражения знаний. Происходит разработка новых, более совершенных и адекватных форм отражения действительности, что свидетельствует об исторической и активной природе процесса познания. При этом происходит совершенствование не только отдельных понятий и представлений, но и наиболее фундаментальных форм — целостных систем знаний, их внутренней структуры и организации.

Любое достаточно полное знание о некоторой области материальных процессов представляет собой определенную концептуальную систему. В развитых случаях, когда эти системы становятся логически относительно полными и замкнутыми, они называются научными теориями. Следует признать, что единого понимания этой важнейшей категории науки еще не выработано. Зачастую под научной теорией понимают вообще всю совокупность имеющихся теоретических знаний о некоторых исследуемых процессах, хотя между отдельными компонентами этих знаний могут вообще отсутствовать внутритеоретические (логические) связи. Другими словами, научные теории являются наиболее полными и совершенными формами выражения знаний в науке, по крайней мере — вплоть до ее современного развития. Именно последнее и обусловливает тот факт, что при любом философском анализе природы знаний в качестве „образцов" в развитии реального познания всегда выступают „великие теории прошлого"[1] — классическая механика, термодинамика, электродинамика, статистическая механика, теория относительности и квантовая механика.

Научную теорию в первом приближении можно определить как относительно замкнутую систему понятий, отношения между которыми в рамках этой системы вполне определены и не содержат противоречий[2]. Соответственно этому и логическая структура научных теорий будет определяться особенностями состава понятий и характером взаимосвя-

---

[1] Ф. Дайсон. Математика в физических науках. В кн.: „Математика в современном мире", М., 1967, стр. 127.

[2] О замкнутых системах понятий см. В. Гейзенберг, Физика и философия. М., 1963, стр. 68—78; И. В. Кузнецов. Преемственность, единство и минимизация знания — фундаментальные черты научного метода, в кн.: „Материалистическая диалектика и методы естественных наук", М., 1968, стр. 324 и сл.

зей между ними. Естественно допустить, что представления о научных теориях не являются чем-то застывшим. С развитием наук изменяются и сами наши представления о природе научной теории, и особенно представления о ее логической (внутритеоретической) структуре. Об этом прежде всего говорит развитие наших знаний о физической теории. Следует вообще признать, что физика благодаря использованию математического аппарата выработала наиболее совершенные формы внутренней организации знаний, а потому ее теории могут рассматриваться как наиболее интересные модели научных теорий вообще.

Существующие физические теории различаются не только по своим материальным объектам. Важнейшее принципиальное значение имеет тот факт, что физические теории делятся на два класса — на жесткодетерминированные и статистические. Различия между этими классами теорий уже нельзя объяснить только за счет простых различий в свойствах соответствующих физических процессов: оно имеет глубокую логическую природу. При этом разработка статистических теорий, по мнению многих ученых, и характеризует собою переход от классической к современной физике — физике XX века. Современная физика отличается от классической не только и не столько тем, что она имеет дело с новыми объектами исследования, но прежде всего глубоким преобразованием логических основ построения физического знания, самим способом физического мышления. И это преобразование в логической структуре физических теорий произошло на основе идей и методов теории вероятностей.

1. О теориях жесткодетерминированных систем

Первые естественнонаучные теории основывались в логическом отношении на принципе жесткой детерминации. Таковыми являются практически все теории классической физики[3]. Сам этот принцип по существу явился результатом осмысления теоретических систем классической физики.

В качестве определяющей черты теорий, основывающихся на принципе жесткой детерминации, обычно рассматривается строго *однозначный характер* всех без исключения связей и зависимостей, отображаемых в рамках этих теорий. Если анализируются параметры некоторой системы, то все связи между ними могут иметь лишь взаимнооднозначное соответствие. Если речь идет об изменениях количественных значений параметров, то эти изменения могут происходить также

---

[3] Строго говоря, классическая статистическая механика уже не относится к данному типу теорий. Однако, исторически статистические представления здесь еще не рассматривались принципиальным образом и фактически в рамках классического периода развития физики характеризовались как временные конструкции, как строительные леса в наших попытках познать большие системы частиц — типа газов.

лишь строго однозначным образом. Если исследуется поведение некоторого объекта, как входящего в какие-нибудь системы, так и вне таковых, то оно определяется единственным образом во всех деталях.

Несомненно, однозначность связей выступает в качестве определяющей черты логической структуры данного класса теорий. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что одозначность имеет своей оборотной стороной *равноценность* соответствующих связей и параметров. Любая рассматриваемая связь, независимо от природы соответствующих свойств или параметров, в равной мере необходима. Действие, „вклад" каждой связи в общий результат может отличаться лишь интенсивностью, количественно, но не характером, не особенностями своей внутренней природы. В системах, функционирующих по схеме жесткой детерминации, „обрыв" любой из независимых связей ведет к выходу из строя самой системы, а ее незнание означает незнание самой системы. Повышение надежности работы жестко детерминированных систем теоретически оказывается возможным лишь за счет дублирования ответственных узлов или подсистем. Практически же факторы, повышающие надежность функционирования тех систем, которые обычно рассматриваются как жестко детерминированные, ведут за рамки строгих представлений о жесткой детерминации. В этой связи представляет интерес следующее высказывание Н. Винера: „...Негибкий мир можно назвать организованным только в том смысле, в котором организован мост, все детали которого жестко скреплены друг с другом. В подобном сооружении каждая деталь зависит от всех остальных и все части постройки играют одинаково важную роль. В результате на этом мосту нет участков, которые могли бы принять на себя наибольшее напряжение, и если только он не сделан целиком из материалов, могущих выдержать без заметных деформаций большие внутренние напряжения, то почти наверняка концентрация напряжений приведет к тому, что мост рухнет, лопнув или разорвавшись в том или другом месте.

На самом деле мост, как любое другое строение, выдерживает нагрузку только потому, что он не является стопроцентно жестким"[4].

По-видимому, функционирование всех искусственных систем и сооружений, созданных человеком по принципам жесткой детерминации, происходит фактически потому, что они не являются абсолютно жесткими: многие внутренние связи изменяются, разрываются (например, старение материала, увеличение допусков и т. п.), но это в весьма широких пределах не влияет на функционирование всей системы в целом.

Раскрытие содержания представлений о равноценности параметров в некоторой теоретической системе легче сделать, сопоставив данный случай с противоположным. Имея в виду математическую сторону дела, вопрос о неравноценности параметров особо остро был подчеркнут в выдвинутых И. М. Гельфандом и М. Л. Цетлиным представлениях о

---

[4] Н. Винер. Я — математик. М., 1964, стр. 309.

хорошо организованных функциях[5]. Хорошо организованная функция есть функция с достаточно большим числом переменных, причем эти аргументы можно разделить на существенные и несущественные и они стойко сохраняют свою принадлежность к тому или другому подклассу. Несущественные переменные могут обусловливать резкие изменения и скачки функций, но они не оказывают определяющего действия на характер функции в целом и на больших интервалах, на расположение экстремумов и т. д. Форма, вид функции определяются прежде всего существенными параметрами, но влияние существенных переменных на небольших интервалах может весьма значительно маскироваться воздействием несущественных.

Хорошо организованные функции вводятся для решения задач фазового анализа рассеяния элементарных частиц, рентгеноструктурного анализа и многих аналогичных задач, возникающих при обработке наблюдений. Но особенное значение представления об этих функциях могут иметь при анализе проблем функционирования и управления в сложных системах, в связи с исследованием которых и была выдвинута эта математическая идея. И хотя она находится в процессе становления и встречает чрезвычайные затруднения в своем развитии, эта идея исходит из обобщения весьма обширного класса реальных явлений. „Чрезвычайно заманчиво обратиться к описанному классу функций,— пишет Н. А. Бернштейн, — представив каждую сторону развития и жизнедеятельности живых организмов посредством такой функции многих переменных, где тот и другой их подкласс прямо накладываются на поведение соответственно существенных и несущественных признаков... Тогда, например, применительно к морфогенезу того или иного листа, цветка и т. п. можно будет сказать, что определяющие видовые явно закодированные в хромосомах черты реализуются как продукт существенных (в смысле Гельфанда — Цетлина) переменных, а метрические признаки, дающие каждый вариационные ряды, — как результат влияния несущественных переменных . . . То, что совершенно аналогичная организация определяющих переменных имеет место в актах восприятия, прежде всего в восприятии формы, а далее и во всевозможных актах обобщения, указывает на то, что и мозговому активному моделированию в процессах восприятия и отражения мира свойственна опять-таки природа этих замечательных функций“[6].

Исходное положение, приведшее к представлениям о хорошо организованных функциях, — положение о неравноценности классов аргументов по их внутренней природе. Подобная неравноценность параметров, деление их на подклассы, имеет место во всех случаях, когда рассматриваются реальные сложные системы организации, управления

---

[5] См. И. М. Гельфанд и М. Л. Цетлин. О некоторых способах управления сложными системами, УМН, 1962, т. 17, вып. I.

[6] Н. А. Бернштейн. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой. В кн. „Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии“, М., 1963, стр. 316.

или функционирования. Основная трудность в развитии этих идей и представлений состоит, пожалуй, в разработке способов объединения различных переменных в единую функцию и уравнение, способов объединения различных понятий в единую теорию.

Из сказанного ясно, что логическая структура научных теорий, основывающихся на принципе жесткой детерминации изучаемых явлений, весьма проста. Как состав понятий, так и внутритеоретические связи в логическом отношении однородны. Все они относятся к одному логическому классу: рассматриваются как в равной мере необходимые. Никакой субординации или градации в самих необходимых параметрах и связях не проводилось, разве лишь в отношении величины, силы, количественного воздействия различных параметров на результат. Необходимость абсолютно противопоставлялась случайности. Случайность исключалась из структуры теории. Рассматриваемый взгляд на соотношение и значение категорий необходимости и случайности является характерной чертой лапласовского детерминизма, существенной чертой механистического материализма. Абсолютизация и противопоставление категорий необходимости и случайности были подвергнуты решительной критике в процессе становления марксистской философии. Эти вопросы были проанализированы в основополагающих трудах по марксистской философии, особое внимание при этом можно обратить на широко известный фрагмент Ф. Энгельса „Случайность и необходимость“[7].

Системы знаний, основывающиеся на принципе жесткой детерминации, довольно часто рассматривались (да и сейчас нередко рассматриваются) как идеал построения знаний о любой области действительности. Однако уже из общих соображений теории познания следует, что исторически первые шаги в познании материального мира есть наиболее робкие, простые и элементарные. Исторически первые научные теории являются и первым приближением в познании действительности, отображают свойства и закономерности материальных объектов и систем в простейших условиях, в условиях становления материально-практической деятельности человека на научных основах. Создание высшей математики предполагает и опирается на предварительную разработку низшей.

2. Статистические теории, сложные системы и уровни кодирования информации

Начавшееся во второй половине прошлого века развитие естествознания привело к разработке нового класса логически цельных систем — статистических теорий, которые в своей структуре принципиальным образом опираются на идеи и методы теории вероятностей. Интенсив-

---

[7] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр 532—536.

ное развитие и приложение идей и методов теории вероятностей представляют собою одну из коренных, определяющих особенностей современного этапа в развитии знаний. Фундаментальные теории и направления исследований в самих своих основах опираются на идеи и методы теории вероятностей. К таким теориям и направлениям исследования относятся прежде всего квантовая теория, статистическая физика, эволюционное учение, генетика и общая теория управления. Под непосредственным воздействием весьма многочисленных и плодотворных приложений теории вероятностей происходят и существенные изменения в наших представлениях о структуре научной теории. Ключом к раскрытию этих изменений, на наш взгляд, является идея об уровнях во внутренней структурной организации материальных систем и соответствующих теоретических систем. При этом речь идет о высших формах организации, включающих в себя и определенную автономность (независимость) подсистем. Методы теории вероятностей в громадной степени стимулировали разработку этой идеи об уровнях, и обратно — без этой идеи невозможно глубокое понимание существа, природы теории вероятностей.

Идея об уровнях в строении и детерминации систем играет все возрастающую роль во всем комплексе современных наук, начиная от физики элементарных частиц с ее попытками схватить внутреннюю структуру этих „кирпичиков мироздания" и кончая исследованиями социально-экономических систем и природы мышления. Конечно, представления об иерархическом строении и детерминации разнообразных объектов материального мира сложились давно. Однако ранее они носили описательный характер, не были связаны с исследованиями внутренней структуры таких объектов на основе разработки строгих математических методов теоретического анализа. Последние стали разрабатываться в ходе современных исследований сложных управляющих систем, в современном развитии науки об управлении. При этом происходит пересмотр некоторых сложившихся представлений о существе и значении принципа иерархии и выдвигаются новые положения в учении о принципах организации материального бытия и познания.

Проникновение в более глубокую сущность, теоретическое воспроизведение объектов с несколькими уровнями внутренней организации и детерминации приводит к тому, что в рамках единой теории понятия стали „распадаться" на классы по степени их общности и особое внимание начало обращаться на вопросы их внутренней субординации. Наличие субординации между понятиями в общем плане всегда признавалось, однако практически в рамках отдельной теории формы этой субординации исследовались слабо и зависимости между специфическими понятиями рассматривались преимущественно в плане координации. При отображении сложных, особенно высокоорганизованных систем в теорию включаются параметры, в логическом отношении выступающие как обобщенные, интегральные характеристики понятий, выражающих ниже лежащую сущность: первые не просто добавляются ко вторым, а характеризуют наличие определенной упорядоченности параметров низлежащего уровня и благодаря наличию этой упо-

рядоченности они обычно и вводятся в теорию. Разработка абстрактно-обобщенных понятий — важнейшая черта современных исследований многоуровневых систем.

В качестве прообраза таких понятий могут служить, например, понятия центра масс и момента инерции, позволившие перейти от механики материальной точки к механике определенных систем материальных точек и прежде всего — к механике твердого тела. Однако в данном случае еще нет той формы обобщения, когда общее, хотя и возникает на основе частного, но не сковывается этим частным.

Особенности абстрактно-обобщенных понятий, их значение и роль в структуре теоретических систем широко обсуждаются в литературе по философским проблемам кибернетики. Знания о материальных объектах и системах выражаются на языке свойств и некоторых других характеристик (как, например, волновых функций в квантовой теории), которые и представляют собою информацию о соответствующих объектах и системах. Поскольку на языке таких характеристик выражается поведение, взаимодействие, функционирование и структура объектов и систем, то эти характеристики можно назвать кодовой записью реального бытия соответствующих объектов и систем. Взгляд на используемые в науке характеристики материальных образований как на кодовые записи представляет сам по себе, конечно, просто изменение названия; но если бы дело сводилось лишь к этому изменению названий, то о нем не стоило бы и вести речь. Использование „кодового языка" при анализе рассматриваемых характеристик позволяет использовать в этом анализе определенные представления из кибернетики.

Прежде всего это касается идеи о наличии различных уровней кодирования информации (различных кодов — качеств, алфавитов) и об общих закономерностях взаимосвязи низших и высших кодов — закономерностях перекодирования информации.

Наибольший интерес для нас представляет вопрос о взаимоотношении различных кодов, вопрос об особенностях перехода от одного, низшего, кода к другому, более высшему. Известной систематизации эти вопросы подверглись, например, в работах Н. М. Амосова, который сформулировал ряд положений, определяющих перекодирование информации высшими кодами[8]. Из этих положений следует отметить такие.

1) Высший код получается при „интегрировании" информации, переданной низшим кодом, т. е. знаки высшего кода представляют собой характеристики определенных систем, образованных из знаков низшего кода.

2) Высший код является более емким, более абстрактным. При переходе к высшему коду большие „порции" информации заменяются одним знаком кода.

3) Выделение знаков высшего кода из „порций" информации, пе-

---

[8] См. Н. М. Амосов. Регуляция жизненных функций и кибернетика. Киев, 1964, стр. 19 и сл. Его же, Моделирование информации и программ в сложных системах. „Вопросы философии", № 12, 1963, стр. 28.

реданной низшими кодами, осуществляется не жестко детерминированным образом.

4) Из информации, представленной низшим кодом, можно вывести много высших кодов, если известны способы перекодирования. Обратная процедура невозможна без значительной потери информации.

5) Полнота информации о системе достигается только в том случае, когда она включает язык низшего кода.

6) Чем сложнее система, тем большее число уровней и способов кодирования она включает в себя.

Рассматриваемые взаимоотношения между кодами, между знаками, относящимися к различным уровням кодирования информации, по существу выражают те основные проблемы и достижения, которые встают при анализе современных процессов обобщения в развитии знаний. Знаки, относящиеся к различным уровням кодирования информации, — это понятия различной степени общности. Во всяком случае разработка этих представлений об уровнях кодирования опирается на соответствующие представления о понятиях. В указанном отношении достаточно вспомнить, что общие понятия выражают наличие определенной организации, определенной системы взаимосвязей в массе явлений. Общее не есть некоторое механическое объединение единичных явлений. Общие понятия дают те основания, которые ведут к синтезу знаний в целостную систему, но этот синтез осуществляется благодаря и на основе той структурной организации, через которую каждое отдельное включается в жизнь. Взаимоотношения отдельного и общего внутренне диалектичны. „... отдельное, — писал В. И. Ленин, отмечая эту диалектику, — не существует иначе как в той связи, которая ведет к общему. Общее существует лишь в отдельном, через отдельное. Всякое отдельное есть (так или иначе) общее. Всякое общее есть (частичка или сторона или сущность) отдельного. Всякое общее лишь приблизительно охватывает все отдельные предметы. Всякое отдельное неполно входит в общее и т. д. и т. д. Всякое отдельное тысячами переходов связано с другого **рода** отдельными (вещами, явлениями, процессами) и т. д. *Уже здесь* есть элементы, зачатки, понятия *необходимости*, объективной связи природы etc. Случайное и необходимое, явление и сущность имеются уже здесь..."[9].

Характер взаимоотношений между параметрами, выражающими различные уровни кодирования информации, уже давно давал знать о себе при анализе взаимоотношений менее общих и более общих понятий, в частности, эти аспекты можно обнаружить и в неоднократно рассматриваемом в истории философии ряду понятий: яблоко — плод — органическое тело — материальный объект. Суть дела уже раскрывается при анализе взаимоотношений понятий яблоко и плод: как они определяются, как перейти от одного к другому (например, существует ли жестко определенный „дедуктивный" путь от понятия плода к понятию яблоко?) и т. д.

---

[9] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 318—321.

Тот факт, что в процессе развития познания, в процессе раскрытия более глубокой сущности исследуемых объектов вырабатываются все более абстрактные и обобщенные понятия, существенным образом сказывается на способах включения новых понятий в теоретические системы. Включение в теоретическую систему абстрактно-обобщенных понятий отнюдь не ведет к их простому добавлению к уже имеющимся: они предполагают наличие определенной упорядоченности (структуры) во взаимосвязях исходных понятий и благодаря и на основе раскрытия этой упорядоченности они обычно и входят в эти системы. Более того, раскрытие такой упорядоченности ведет к уточнению и развитию самих исходных понятий. Именно указанным путем вводили в квантовую физику понятия о квантовых числах, например, — спине, а в современную биологию — понятие о генах.

Природа обобщений особо наглядно проявила себя при разработке основных теоретических систем современной физики — теории относительности и квантовой теории. Хотя эти физические теории и исходили в своем развитии из классической физики,однако их основные идеи явились не просто добавлением к теоретическим системам классической физики, а произвели глубокую перестройку всего основания физического знания.

Для раскрытия природы новых классов понятий весьма существенно, что в общем случае взаимосвязи между понятиями различной степени общности включают в себя относительную независимость (автономность). Каждый уровень обобщения, каждый уровень кодирования информации обладает собственными „степенями свободы". Высший код лишь интегральным образом определяет характеристики низшего кода. „Правила перекодирования" и выражают собою рамки и характер автономности. Независимость и автономность наиболее сильно проявляют себя при исследовании сложных управляющих систем. Исследования систем управления в биологии, например, основывается на признании наличия определенной автономности во взаимосвязях молекулярных компонентов в составе клетки, клеток — в организме, организмов — в виде, видов — в биоценозе. Только на базе признания такой автономности и оказывается возможным исследование и раскрытие ведущей специфической черты живых систем — внутренней активности, их целенаправленного функционирования и поведения.

Другой не менее важной особенностью абстрактно-обобщенных понятий является то, что они играют ведущую роль в тех системах понятий, в которые они входят. Если в системах типа механических подобные общие понятия играют подчиненную роль по отношению к исходным специфическим понятиям, то с разработкой абстрактно-обобщенных понятий роль общего существенно изменилась. Эти изменения связаны с тем, что именно на языке абстрактно-обобщенных понятий оказывается возможным отобразить более глубокую сущность, более глубокие уровни в строении систем и объектов. Деление свойств объектов по степени их общности, анализ форм их субординации и признание фундаментального характера обобщенных свойств в синтезе сложных систем — лежит в основе современной разработки идеи об уровнях во внутренней организации материи.

Принципиальное значение абстрактно-обобщенных представлений подчеркивается и анализируется во многих исследованиях по проблеме управления, и в частности, в работах Н. А. Бернштейна по физиологии активности. Уже первые исследования по физиологии активности привели к необходимости исходить из положения о наличии своеобразной субординационной структуры управления, присущей двигательному аппарату. Признание структурных уровней регуляции и управления в живых системах является одним из необходимых предварительных условий подхода к исследованию проблемы активности. При этом не менее важным условием (и результатом) этих исследований является выявление определенного характера этой субординации, раскрытие которого основывается на признании ведущего значения нового класса понятий и представлений, имеющих обобщенную природу. „Постановка в качестве определяющего фактора предваряющей и направляющей модели будущего, — пишет Н. А. Бернштейн,— сразу меняет порядок и взаимоотношения общего и частного. Как в восприятиях, так и в действиях организма это общее определяет собой те предпосылки, которые ложатся в основу конкретизированных проявлений физиологической активности...

Тот факт, что в нервном процессе общая задача предшествует частным решениям этой задачи, является эвристически одним из наиболее важных для современной теоретической физиологии и находится в прямой связи с тем комплексом представлений, которыми заменяются в ней концепции рефлекторной мозаики.

Именно тем фактом, что организм (в высших организмах нервная система) определяет свои действия направленно-обобщенной предваряющей моделью, объясняются прежде всего явления широчайшей переключаемости, уже давно наблюдавшиеся и изучавшиеся в целом ряде аспектов. Все больше накапливается данных о значительной автономизации низовых управляющих систем мозга (спинальных, стволовых и др.) при выполнении целесообразных движений конечностей, глазных яблок и т. д. Такая автономизация, обеспечивающая организму высокую степень приспособительной быстроты и точности, возможна, конечно, только благодаря все той же направляющей обобщенности ведущего образа или модели. Здесь открываются новые и совершенно необъятные горизонты в смысле уяснения высокоцелесообразных черт и закономерностей системы управления, выработавшихся в организмах по ходу филогенетического развития и, по-видимому, в очень многих отношениях глубоко отличных от применяемых в искусственных самоорганизующихся системах нашего времени“[10].

Эти исследования по вопросу о характере взаимоотношений и роли различных уровней в структуре живых систем в настоящее время дополняются и получают дальнейшее развитие в разнообразных исследованиях по вопросам управления, например, представленных в работах

---

[10] Н. А. Бернштейн. На путях к биологии активности. „Вопросы философии“, № 10, 1965, стр. 72—73.

И. Гельфанда, В. Гурфинкеля и М. Цетлина[11]. Согласно модели этих авторов, роль более высокого уровня управления состоит в задании „платежных функций", определяющих функционирование низлежащих центров управления. После того как заданы платежные функции, низлежащие центры получают полную независимость (автономность); они сами выбирают определенные последовательности действий с тем, чтобы „штраф" был минимальным. Представления о платежных функциях и штрафах заимствовано из терминологии теории игр, и в данном случае они оказываются весьма плодотворными для отображения ряда аспектов высших форм движения материи.

3. Два класса понятий и два уровня содержания статистических теорий

Рассмотренные представления об уровнях в теоретических системах знаний позволяют понять существо вероятностных идей и методов исследования. К такой постановке вопроса приводит нас прежде всего анализ ситуации в квантовой физике. По широкому признанию именно в этом случае вероятность имманентным, наиболее естественным образом входит в структуру теоретического знания. Соответственно этому анализ оснований вероятности в квантовой теории имеет первостепенное значение для понимания ее существа. Вместе с тем такой анализ, конечно, весьма сложен. Остановимся лишь на одной, но весьма характерной черте строения квантово-механического знания. Для понимания последнего весьма существенно, что используемые в квантовой теории понятия делятся, в своей основе, на два класса: первый класс составляют, так сказать, „непосредственно наблюдаемые" (например, такие величины как координаты и импульс), которые в теории рассматриваются как типичные случайные (в теоретико-вероятностном смысле) величины; второй класс образуют квантовые числа (типа спина). Различия между этими классами понятий заключаются прежде всего в „степени близости" к непосредственно данному в физическом опыте. Первые выражают более внешние характеристики микрообъектов, вторые — более глубокие, внутренние характеристики. Первые позволяют индивидуализировать квантовые процессы, вторые носят обобщенный характер. Первые во многом тяготеют по своему характеру к классическим понятиям, вторые прежде всего выражают специфичность квантовых явлений. Первые непрерывно изменяются, вторые — более устойчивы. Первые более связаны с явлением, вторые — с сущностью, хотя и несомненно, что сущность является, а явление существенно. Естественно, что полнота теоретического выражения квантовых процессов достигается тогда, когда используются понятия обоих классов, относящиеся к различным логическим уровням. Весьма существенно, что

[11] См. И. Гельфанд, В. Гурфинкель, М. Цетлин. О тактиках управления сложными системами в связи с физиологией. Сб. „Биологические аспекты кибернетики". М., 1962.

установление взаимосвязи, синтеза в рамках единой теории этих двух классов величин с учетом их различной природы оказалось возможным на основе вероятностных представлений.

К сказанному об особенностях вероятностной ситуации можно подойти и несколько с иной стороны. Существенным для понимания природы квантовой теории является то, что вероятностные методы используются здесь для отображения свойств и закономерностей поведения отдельних микрообъектов. Различные вероятности поведения микрообъекта стали рассматриваться как внутренне присущие ему потенциальные возможности поведения, но в каждом конкретном случае из этих возможностей реализуется лишь одна. „Я полагаю, — пишет В. Гейзенберг, — что язык, употребляемый физиками, когда они говорят об атомных процессах, вызывает в их мышлении такие же представления, что и понятие „потенция". Так физики постепенно действительно привыкают рассматривать траектории электронов и подобные понятия не как реальность, а скорее как разновидность „потенций". Язык, по крайней мере в определенной степени, уже приспособился к действительному положению вещей. ...Этот язык вызывает в нашем мышлении образы, а одновременно с ними и чувство, что эти образы обладают недостаточно отчетливой связью с реальностью, что они отображают только тенденции развития реальности"[12].

Данный взгляд на трактовку квантовой теории непосредственно связывается с определением самого понятия вероятности. „Вероятность того или иного поведения объекта в данных внешних условиях, — пишет В. А. Фок, — определяется внутренними свойствами данного индивидуального объекта и этими внешними условиями; это есть численная оценка потенциальных возможностей того или иного поведения объекта. Проявляется же эта вероятность в относительном числе осуществившихся случаев данного поведения объекта; это число и является ее мерой. Таким образом, вероятность относится к отдельному объекту и характеризует его потенциальные возможности..."[13].

Соответственно сказанному квантовая механика рассматривается как наука о потенциальных возможностях в микромире. Однако эти утверждения нуждаются в пояснениях. Сказать, что квантовая механика основана на анализе законов в мире возможностей, еще не значит выразить всю истину. При рассмотрении спектра возможностей поведения микрообъектов квантовая механика позволяет отображать наличие определенных упорядоченностей, регулярностей в массе этих возможностей, и на этом факте по существу основываются ее главные утверждения. Сами закономерности в спектре возможностей обусловлены более глубинными свойствами микрообъектов, и они прежде всего составляют предмет рассмотрения квантовой механики. Последнее означает, что не все характеристики объекта в рамках квантовой ме-

[12] В. Гейзенберг. Философия и физика. М., 1963, стр. 153.

[13] В. А. Фок. Об интерпретации квантовой механики. В кн.: „Философские проблемы современного естествознания". М., 1959, стр. 227.

ханики могут относиться к рангу потенциально возможных. К таковым относятся те, которые непосредственно описывают сами возможности. Понятия же, выражающие наличие упорядоченностей во множестве возможностей, относятся уже к более высокому уровню кодирования свойств этих микрообъектов.

Мысль о том, что понятия квантовой теории делятся на два различных по своей логической природе класса, в последнее время высказывается и в несколько иных отношениях В. А. Фоком. В своих работах по трактовке квантовой механики В. А. Фок особо подчеркивает то, что в основе квантового способа описания явлений лежит акт взаимодействия микрообъекта с прибором. В этом плане анализируется и характер свойств квантовых объектов. „Результат взаимодействия атомного объекта с классически описываемым прибором, — пишет В. А. Фок, — и является тем основным экспериментальным элементом, систематизация которых на основе тех или иных предположений о свойствах объекта составляет задачу теории: из рассмотрения таких взаимодействий выводятся свойства атомного объекта, а предсказания теории формулируются как ожидаемые результаты взаимодействий. Такая постановка задачи вполне допускает введение величин, характеризующих самый объект независимо от прибора (заряд, масса, спин частицы, а также другие свойства объекта, описываемые квантовыми операторами), но в то же время допускает разносторонний подход к объекту: объект может характеризоваться с той его стороны (например корпускулярной или волновой), проявление которой обусловлено устройством прибора и создаваемыми им внешними условиями“[14]. Отсюда следует, что деление свойств квантового объекта на классы имеет прямое отношение и к такому важнейшему вопросу, как зависимость и независимость этих свойств от прибора.

Все вышесказанное об особенностях внутренней структуры квантовой теории говорит о принципиальном характере деления свойств квантового объекта на два класса. Объединение же этих свойств в единую теоретическую систему происходит на базе вероятностных соображений, хотя и весьма своеобразных.

Подобная ситуация является типичной для всех случаев использования теории вероятностей для познания и выражения свойств и закономерностей материального мира. Во всех этих случаях характеристики (параметры) объекта исследования делятся на два класса, относящиеся по существу к различным структурным уровням его организации. Другими словами, идея вероятности входит в исследования, когда существенное значение приобретает наличие определенной субординации между понятиями в пределах единой теории. Однако простая констатация наличия „иерархии“ в вероятностных системах еще далеко недостаточна. Сама по себе идея субординации весьма стара, и субординация субординации рознь. Для понимания субординации

[14] В. А. Фок. Квантовая физика и философские проблемы. В кн.: „Ленин и современное естествознание“. М., 1969, стр. 194.

в вероятностных системах весьма существенно, что характеристики различных уровней относительно автономны, независимы друг от друга. Такой тип субординации становится возможным благодаря тому, что характеристики более глубокого уровня лишь обобщенным, интегральным образом определяют собою характеристики исходного уровня. Заслуга теории вероятностей — в первом развитии математических основ „теории субординации" систем с наивысшим уровнем организации — с автономной организацией.

Обобщенная природа характеристик более глубокого уровня делает весьма гибкой их связь с характеристиками исходного уровня: одним и тем же значениям первых соответствует весьма обширный спектр значений вторых. На такой основе оказывается возможным вскрыть и отобразить различную степень изменчивости и подвижности отдельных уровней, „срезов" в структурной организации мира и его частей: более устойчивые уровни отображаются на языке более обобщенных характеристик; более изменчивые и подвижные — на языке первичных, исходных характеристик.

Возможность указанного синтеза различных классов понятий в целостную теоретическую систему достигается благодаря тому, что соответствующие закономерности формулируются на языке вероятностных распределений, как зависимости между ними и их свойствами. Понятие распределения вероятностей является центральным в теории вероятностей. Оно представляет собою структурную характеристику абстрактной теоретико-вероятностной системы случайных явлений, выражает наличие внутренней устойчивой упорядоченности в этой системе, характер синтеза дифференциального и интегрального аспектов в ее строении. На основе представлений о структуре раскрывается природа синтеза элементов в целостные системы при условии относительной автономности подсистем. Целостный характер таким системам придается на основе установления достаточно жесткого типа связей на глубинном уровне, между параметрами, выражающими сущность более высокого порядка.

Подытоживая сказанное, можно заключить, что вероятность привела к существенным изменениям в логической структуре относительно целостных систем знаний, выразившимся в разработке такого класса научных теорий, как статистические теории. Произошли прежде всего изменения в особенностях состава понятий, выражающих специфику исследуемых процессов. Эти понятия стали делиться на два класса, различающиеся по степени общности и по их роли в структуре теорий. В теорию вводится новый класс понятий — абстрактно-обобщенных, с помощью которых оказывается возможным отобразить более глубокую сущность объектов исследования. На традиционно философском языке сказанное означает, что в структуру теории включена случайность. Наличие различий в логической природе понятий связано с различиями в связях внутри соответствующих теоретических систем. Поскольку понятия делятся на два класса, то соответственно этому можно говорить об особенностях связей на одном уровне, на другом уровне и между уровнями. Связи на уровне абстрактно-обобщенных пара-

метров носят однозначный характер. На первичном уровне прямые зависимости между параметрами вообще отсутствуют. Зависимости между параметрами, относящимися к различным уровням, включают в себя неоднозначность (неопределенность).

* * *

Соответственно сказанному статистические теории (в сравнении с теориями, основывающимися на принципе жесткой детерминации) являются более общими, более содержательными и емкими. Наличие внутри теоретических систем уровней делает вероятностно-статистические структуры более гибкими. Эта структурная гибкость теоретических систем лучше всего отражает происшедшие преобразования в логике построения теоретических систем. Удалите эту гибкость в связях между уровнями — и мы возвращаемся к структурам жесткой детерминации. Статистические теории характеризуются гораздо *бо́льшими внутренними возможностями* для отображения свойств и закономерностей материального мира. Указанные особенности логической структуры статистических теорий объясняют, почему вероятностные методы и статистические представления резко расширили „владения науки". И это расширение области знаний произошло в ходе и на основе перехода к исследованиям более сложных материальных объектов и процессов, нежели объекты жесткой детерминации. Все сказанное и означает, что вероятностные методы исследования существенно обогатили наши представления о структуре научной теории: новый класс теорий позволяет глубже, полнее и точнее отображать материальную действительность. В разработке представлений о новом классе логически относительно замкнутых теоретических систем — о статистических теориях — резюмируется прежде всего развитие проблем теории отражения, обусловленное развитием и приложениями идей и методов теории вероятностей.

Конечно, существующие теоретические представления в науке не укладываются в рассмотренные два класса теорий. Более того, в наиболее развивающихся теоретических областях естествознания идет разработка, по-видимому, новых логических структур выражения знаний. На это указывает широкое привлечение идей и методов теории групп в физике элементарных частиц, а также идей и методов теории алгоритмов в кибернетическом цикле наук. Использование методов теории групп и теории алгоритмов имеет программное, стратегическое значение в развитии представлений о логике построения научных теорий. Принципиальные изменения в математическом аппарате и выражаются в изменении логики строения соответствующих теоретических систем. Опыт истории развития естественнонаучного познания позволяет заключить, что новый класс теоретических систем будет разработан на основе отрицания логических структур теорий существующего уровня знаний, как их преобразование и обогащение. Однако, когда мы имеем дело с относительно замкнутыми системами понятий, последние делятся всего на два выше рассмотренных класса. Во всех иных случаях наши зна-

ния практически носят полуэмпирический характер. Последнее, конечно, отнюдь не умаляет их колоссальной значимости, но отражает тот факт, что в цепях теоретических заключений наличествуют огромные белые пятна. В ходе становления принципиально новых знаний еще рано говорить о логически цельных структурах знаний: последние характеризуют скорее итог исследований, а не сам их ход. Соответственно этому интенсивно развивающиеся знания всегда носят полуэмпирический и полутеоретический характер, и анализ их представляет самостоятельную задачу теории отражения.

ГЛАВА 7

ОБЩЕНАУЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ОТРАЖЕНИЯ

По мере развития научного познания в XX веке диалектико-материалистическая концепция отражения как атрибута, всеобщего свойства материи приобретает все большее общенаучное, мировоззренческое и методологическое значение.

Изучение этого свойства служит дальнейшему развитию современной формы материализма, выступает в качестве важного теоретического средства борьбы с проявлениями идеализма и мистики в истолковании явлений действительности. Исследование атрибута отражения получает особое значение в эпоху научно-технической революции, когда наряду с науками о внешнем мире все более весомым становится цикл наук о человеке во всех его проявлениях: от физического труда до тончайших нюансов психических процессов. В условиях продолжающейся дифференциации знаний ленинская идея о всеобщем свойстве отражения приобретает во все большей мере междисциплинарный статут, выполняет определенную интегрирующую роль в развитии современной науки.

Авторы ставят своей задачей рассмотреть некоторые важные аспекты общенаучного значения идеи об отражении как атрибуте материи. Прежде всего они стремятся в данной главе показать, что трактовка отражения как всеобщего свойства материи помогает синтезировать физические (энергетические) и теоретико-информационные представления на базе признания объективной природы информации. В то же время анализ атрибута отражения позволяет методологически обосновывать единство наук о современной технике и наук о человеке на базе установления определенной (конечно, не абсолютной, а предполагающей признание существенных различий человека и машины) меры общности между мозгом и кибернетическим автоматом, общности, выявляемой, в частности, под углом зрения метода формализации.

В перспективе развития науки и практики концепция всеобщности свойства отражения, несомненно, послужит философским фундаментом для единения земного и внеземного разума, поиски которого выступают важным аспектом исследований, направленных на дальнейшее проникновение в глубь Вселенной.

1. Свойство отражения в свете диалектико-материалистического монизма

Концепция отражения как атрибута материи служит развитию материалистического тезиса о первичности материи и вторичности, производности сознания, так как устанавливает онтологическое „связующее звено" между материальным и идеальным как противоположностями в гносеологическом аспекте. Тезис об отражении как о свойстве, присущем всей материи, тесно связан с самим существом материалистического монизма, с положением диалектического материализма о единстве бытия и мышления. В то же время этот тезис диалектичен, поскольку он ориентирует на представление о становлении идеального как модификации единого атрибута отражения, появляющейся в ходе развития материи.

Монистическая природа тезиса об отражении как атрибуте выявляется и в характеристике некоторой общности высших проявлений материальной субстанции (включая мыслящий мозг) и ее элементарных проявлений, заложенных в самом фундаменте материи и связанных, в частности, с функционированием кибернетических автоматов.

Для развития материалистического монизма наиболее существенны три фундаментальные черты отражения. Эти черты служат раскрытию онтологической характеристики атрибута отражения, даваемой в единстве с его методологическим анализом.

Первая черта — это всеобщность отражения в онтологическом плане: отражение в той или иной мере, в тех или иных видах присуще всем материальным системам, всем этапам становления и развития материальной субстанции. Как справедливо отмечает Б. С. Украинцев, „ленинская теория отражения не ограничивается вопросами и задачами гносеологии, а выходит за ее пределы, рассматривая отражение как свойство всей материи, на всех ступенях ее эволюции"[1]. С середины нашего века возникновение кибернетики и теории информации, развитие семиотики, прогресс электронно-вычислительных устройств ознаменовали появление принципиально нового направления в решении проблемы механизмов и проявлений свойства отражения в неорганической природе. Идеи и результаты кибернетики позволили выявить способность отражения на уровне сложных систем из неорганических элементов. Тем самым они превратили эту способность из философского допущения в опытно установленный факт, который естественнонаучно обосновывает ленинскую идею об отражении как атрибуте материи, а также проливает новый свет и на саму природу атрибута отражения. Ведь кибернетические машины способны оперировать информацией о тех или иных процессах природы и общества лишь в силу того, что их элементы неорганической природы обладают одной из модификаций отражения как атрибута.

---

[1] Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе. М., 1969, стр. 3.

Вторая черта атрибута отражения заключается в громадном разнообразии форм его проявления. В современной науке выработалось представление об иерархии видов отражения, вершиной которой является человеческое сознание. При этом изучение отражения на уровне неорганической природы (и особенно „отражательных" систем современной техники) позволяет строить искусственные функциональные модели мозга.

Третья черта отражения заключается в его онтологически-функциональной природе, то есть в том, что отражение следует понимать как своего рода единство атрибутивности (объективности как свойства) и функциональности (объективности как отношения). При этом обе эти стороны отражения не могут противопоставляться друг другу, а должны рассматриваться в диалектической взаимосвязи.

Отражение нередко трактуют в качестве сугубо функциональной характеристики процессов на том основании, что оно возникает лишь как своеобразное отношение взаимодействующих объектов и вне этого взаимодействия и до него не существует (в форме какого-либо актуального процесса). Между тем эта черта не является специфичной лишь для атрибута отражения; она может быть отнесена к любому атрибуту (форме существования, фундаментальному свойству) материи. Например, бессмысленно говорить о времени в отрыве от материальных объектов, развивающихся в определенной последовательности. В „Философских тетрадях" В. И. Ленин, конспектируя фейербаховские „Лекции о сущности религии", делает пометку на полях: „время вне временных вещей—бог"[2]. Однако неотрывность времени от вещей и их отношений вовсе не ставит под сомнение характеристику времени как атрибута материи, то есть свойства, без которого материя не существует. Подобно этому и отражение представляет собой неотъемлемое свойство бытия, без которого последнее невозможно. В этом смысле отражение есть „субстанциональное" свойство. Бесспорно, его реализация в конечном счете неотделима от взаимодействия субъектов отражения с отображаемыми объектами. Поэтому-то и естественно говорить об атрибутивно-функциональной природе отражения.

Тезис об отражении как всеобщем свойстве материи служит важным аргументом в пользу диалектико-материалистического решения основного вопроса философии. Концепция всеобщности свойства отражения позволяет преодолеть дуалистический разрыв материи и сознания, представление о них как о несовместимых противоположностях. Проблема взаимоотношения материи и сознания приобретает диалектический, генетический характер, перерастает в вопрос о том, как материя неощущающая и немыслящая превратилась в материю ощущающую и мыслящую.

В „Философских тетрадях" В. И. Ленин, полемизируя с Г. В. Плехановым, полагавшим, что среди разнообразных качеств объектов реального мира способность ощущения и мышления безмерно далека от так называемых физических качеств, подчеркивает: „не *без*мерно (хо-

---

[2] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 50.

тя мы еще не знаем этой „меры“)“[3]. Это методологическое указание ориентирует современное естествознание на генетический подход к проблеме сознания. Последний исходит из представления о единстве материи и сознания, обосновывающем тезис о перерастании в процессе развития материи психики животных в сознание человека как общественного существа.

Развивая диалектико-материалистический генетический подход к отражению, Т. Павлов пишет: „Логико-теоретический анализ приводит нас к моменту, когда подсознательно-инстинктивная природа животного загоняет его в „тупик“, из которого оно не в состоянии выбраться своими силами“[4]. И далее выход этого „тупика“ Т. Павлов видит в переходе от животного к человеку. Заметим, что в вышеприведенном положении, конечно, вполне правомерно говорится о тупике в кавычках, поскольку животная психика и после возникновения человека продолжает функционировать на своей „животной основе“; термин „тупик“ в данном случае отображает необходимость перехода от низших видов атрибута отражения к его высшему виду — сознанию человека.

Когда Ленин в начале XX в. сформулировал идею о всеобщности свойства отражения, естественнонаучный материал был весьма скуден. Формулируя концепцию отражения, Ленин опирался на материалистическую философскую традицию. Возражая К. Пирсону, писавшему: „нелогично утверждать, что вся материя сознательна“, Ленин формулирует классический тезис: „но логично предположить, что вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения“[5].

„Логично предположить“ — это выражение свидетельствует о весомости логико-методологических соображений, опирающихся на логическую последовательность материалистического воззрения и вытекающих из существа диалектико-материалистического монизма. Выдвижение методологических гипотез, основанных на „внутренней логике“ материалистического миросозерцания, не только совершенно правомерно, но и в определенных критических ситуациях в научном познании (в ситуациях, когда проблема назрела, а эмпирического материала для ее разрешения еще недостаточно) совершенно необходимо. Характеризуя эту важную закономерность познавательного процесса, Ф. Энгельс писал: „Последовательность мысли во все времена должна была помогать недостаточным еще знаниям двигаться дальше“[6]. Идея об атрибутивности, всеобщности отражения и являет собой пример „последовательности научной мысли“, приведшей к формулированию положения, играющего фундаментальную роль для науки. Это положение было выдвинуто в качестве философской гипотезы, точнее, в качестве

---

[3] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 543.

[4] Т. Павлов. Теория отражения. М., 1949, стр. 88.

[5] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 91.

[6] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 360.

философско-методологического прогноза. При этом Ленин отнюдь не занимался конструированием конкретных форм и механизмов отражения в неживой природе. В условиях нехватки эмпирического материала в соответствующих специальных дисциплинах такое конструирование вело бы к бесплодному натурфилософствованию, к попыткам подменить неразвитую естественно-научную концепцию абстрактным „квазиестествознанием".

В „Материализме и эмпириокритицизме" мы находим принципиальную методологическую установку, сохранившую всю свою актуальность и на современном этапе развития научного познания, когда средства решения проблемы происхождения сознания неизмеримо возросли. „На деле остается еще исследовать и исследовать, каким образом связывается материя, якобы не ощущающая вовсе, с материей из тех же атомов (или электронов) составленной и в то же время обладающей ясно выраженной способностью ощущения. Материализм ясно ставит нерешенный еще вопрос и тем толкает к его разрешению, толкает к дальнейшим экспериментальным исследованиям"[7]. В этом тезисе запечатлен не только призыв к экспериментальному анализу проблем психики (чему в большой мере способствуют новейшие психолого-кибернетические, физиолого-информационные и семиотические исследования), но и подчеркнута связь психики и физики, содержится призыв к доведению анализа отражения до самых глубинных физических элементов материи — атомов и электронов.

Ленинская идея о всеобщности свойства отражения предстает именно в качестве философского утверждения, раскрывающего методологическую перспективу развития специальных научных исследований. В истории науки нередко бывало так, что то или иное философское утверждение материализма с ростом знаний превращалось в естественно-научный факт. Так же обстоит дело и с ленинской идеей об отражении как всеобщем свойстве материи, которая в последнее время (главным образом благодаря успехам кибернетики) превратилась в естественно-научный принцип широко используемый (в явной или неявной форме) современным естествознанием.

Феномен отражения на современном уровне науки связывается с кибернетико-семиотическим понятием информации. Понятие информации, фиксируя определенную сторону процессов и явлений реального мира, связанную с их структурностью, организованностью, разнообразием, вместе с тем проливает новый свет на фундаментальное свойство отражения, неразрывно связанное с процессами взаимодействия материальных образований природы и общества. Информация связывается с моментом упорядоченности в отражении, а шум с моментом хаотичности. Поэтому понятия „отражение" и „информация" не совпадают. Первое шире последнего. Ибо информация, в нашем понимании, — это определенная сторона отражения.

В свете сказанного очевидна принципиальная важность идеи об

---

[7] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 40.

объективности информации, о существовании информационных процессов на всех уровнях движения материи. В определенном фактическом подтверждении этой идеи заключается важнейший вклад кибернетики в теорию отражения. Современные исследования прежде всего в кибернетике, но также и в других науках показали, что для характеристики реального мира недостаточны фундаментальные понятия классической физики — вещество, поле, движение, энергия, пространство, время. Для полноты этой характеристики необходимо столь же фундаментальное и столь же всеобщее понятие информации. Нет материи без информации, нет и информации без ее материального носителя — вещества и энергии. Как подчеркивает А. Д. Урсул, „информация не создается кибернетической системой, а лишь отображается, превращается с ее помощью из материальной в идеальную (в случае субъекта познания)“[8]. Современные достижения радиоастрономии позволяют нам наблюдать за явлениями и процессами, происходившими давно, десятки миллиардов лет тому назад. Но наблюдаемые явления и процессы существуют независимо от того, имеется ли жизнь на Земле и наблюдаем ли мы эти внешние по отношению к нашему организму материально-информационные процессы. Человек воспринимает и отображает только незначительную часть объективной информации, изучает некоторые закономерности информационных и материальных процессов мира.

Итак, информация, по нашему мнению, всеобща. Она является объективной стороной процессов природы, представляющей собой определенный „срез“ свойства отражения, а именно, тот его „срез“, который состоит в факте упорядоченной „передачи разнообразия“, „запечатлевания структуры“ (как „потенциальной информации“), отображаемого в отображающем.

Однако признание всеобщности информации как антиэнтропийного начала, конечно, не только не исключает, но, напротив, предполагает ее специфику в различных сферах реального мира — в неорганической природе, в живых системах и социальных процессах. Необходимость исследования этой специфики приводит к сложному комплексу проблем, связанных не только с соотношением между вещественно-энергетическими сторонами мира (издавна изучаемыми физикой) и информационными аспектами протекающих в мире процессов, но и с осмыслением тех сдвигов в научном познании — этой высшей формы отражения, — которые обусловлены формализацией познавательных процедур.

---

[8] А. Д. Урсул. Информация и кибернетика. „Природа“, 1972, № 5, стр. 4.

2. Отражение и формализация

Можно выделить две крайних формы отражения, соответствующих двум „полюсам" развития этого атрибута материи. Первый „полюс" — это отражение в неживой природе, в информационном плане представляющее собой „передачу разнообразия" в процессах взаимодействия объектов[9]. Другой „полюс" — „точка" наибольшего удаления от первого на „генетической линии" прогресса атрибута отражения — это сознание. Реальная удаленность друг от друга этих „точек" нередко служила гносеологическим источником различных идеалистических интерпретаций отношения между материальным и психическим, идеальным. Прогресс науки XX столетия в интересующем нас плане состоял в том, что стали вырисовываться реальные связи, реальные „опосредующие звенья", связывающие друг с другом оба упомянутые „полюса". Заслуга выявления весомости одной из этих связей принадлежит, с одной стороны, кибернетике, а с другой, — области знания, которая подготавливала кибернетику (а после оформления последней вошла в состав ее теоретических оснований), — математической логике. Речь идет о выявляемой по линии метода формализации связи между допсихическими машинными формами отражения и высшей психической формой отражения — сознанием. При анализе с позиций теории отражения формализации как метода человеческого познания обнаруживается некоторая общность ее с отражательными возможностями неорганической природы, воплощаемыми в знаковых системах современной техники. Ибо формализация — это уточнение познаваемого содержания, которое производится путем выявления его формы и материализуется в искусственных системах знаков (исчислениях, формализованных языках и т. п.), которые лежат в основе процедур переработки информации в современных кибернетико-информационных устройствах.

Процедура формализации задач, которая складывается в науке, начиная с XVII в., включает в себя: выражение задачи в какой-либо системе знаков (например, на языке математики); решение записанной таким образом задачи средствами определенного раздела науки (математики, механики и т. п.); сопоставление полученного решения с реальным фрагментом действительности. Такова формализация „фактической" — относящейся к конкретному материалу тех или иных наук — стороны знания. Помимо „фактической" стороны в знании имеется логическая сторона: формы, структуры рассуждений, обнаруживающиеся при отвлечении от конкретного содержания рассуждений. Формализация этой стороны науки (логическая формализация) — компетенция формальной логики. При этом в современных условиях логическая формализация связана прежде всего с математической логикой. Такого рода формализация содержания — его выражение в некотором формализованном языке, включающем в себя всю необходимую логику, — есть высшая для современного знания ступень формализации.

---

[9] См. А. Д. Урсул. Информация. Методологические аспекты. М., 1971.

„Отражательная" природа формализации ярко проявляется во всех ее этапах. Формализация конкретной задачи начинается с записи исходных данных на пригодном для этой цели языке. Здесь средством формализации не обязательно должна быть искусственная знаковая система. Им вполне может быть и естественный язык; надо только, чтобы запись была однозначно понимаемой, чтобы она не допускала различных толкований. Это достигается обычно посредством введения специальной терминологии и точного определения вновь вводимых терминов. Второй этап формализации (при решении некоторой задачи, описании какого-либо процесса и т. п.) — это переработка исходной записи (текста) в соответствии с некоторыми точными правилами. Этому этапу обычно предшествует промежуточный этап перевода текста, записанного на общепонятном языке (естественном языке, языке определенного раздела математики и т. п.), на такой — уже специально построенный, искусственный — язык (исчисление), который более приспособлен для обработки исходных данных задачи (для описания процесса и т. п.). В случае наиболее распространенного вида формализации — математической — на втором этапе происходит такое решение задачи, в ходе которого используются определенные алгоритмы и эвристические приемы (обязательно предполагающие оперирование с записями определенного вида). И, наконец, последний этап — сопоставление полученного благодаря формализации решения с реальностью. Это, собственно говоря, этап оценки добротности отображения действительности, полученного с помощью формализации, определения уместности лежавших в ее основе гипотез, постулатов, упрощающих предположений.

До возникновения кибернетики в этой схеме отражения реальности с помощью формализации не находили места два существенных момента. Во-первых, та обработка текста, которая имела место на втором этапе, включала в себя какую угодно обработку (математическую, статистическую, классификационную и т. п.), но только не логическую. Логическая формализация (до возникновения кибернетики) всегда осуществлялась по существу вне тех реальных процедур формализации, которые практиковались в различных науках. Ведь формализованные процедуры обработки текстов применял человек, а он пользовался при этом своей „естественной" логикой. Логика формализовалась лишь в той мере, в какой она непосредственно входила в математические преобразования, акты классификации и т. п. Во-вторых, в очерченной схеме фактически не находила места (если не иметь в виду простейших счетных приборов) *автоматизация* процессов обработки текстов. Она, по сути, не была известна до 40-х годов нашего столетия.

Кибернетика привела к дополнению указанной схемы двумя упомянутыми моментами. Прежде всего на этапе обработки текстов стали применяться вычислительные машины, ЭВМ, автоматы. Возник, далее, класс задач, для которых этап обработки требовал также и формализации логики, то есть включения в обработку логических процедур. К этому классу относятся, в частности, задачи автоматизации построения доказательств математических теорем в той или иной области математики.

Следует, однако, подчеркнуть, что на любом этапе формализации и при любом ее виде присутствует фундаментальная, с точки зрения рассматриваемой нами проблемы, особенность: формализация всегда предполагает оперирование с материальными объектами определенного рода (знаками, электрическими состояниями контактов информационных машин, перфокартами и т. п.), которые являются конструктивными объектами, обладающими свойством „жесткости" (относительной устойчивости, а также различаемости и отождествляемости). Сопоставление таких объектов (и их систем) с изучаемым содержанием, многократные процедуры перекодирования и перевода, использование отношений изоморфизма, гомоморфизма и модельности — все это есть не что иное, как реализация атрибута отражения.

В свете этого и надо расценивать новейшие тенденции в формализации, связанные с развитием автоматизации управления процессами. Для такой автоматизации (как и для решения „традиционных" задач обработки научных текстов) необходима, конечно, разработка и формализованного описания процесса, и регулярных процедур переработки данных. Но „выход" формализации в этом случае состоит не в решении задачи в виде некоторого результирующего текста, а в осуществлении реальных процедур управления. Эта сторона, или аспект, формализации приобретает ныне в связи с разработкой автоматических систем управления первостепенное значение. Здесь ярко проявляется активность отражения: „отражательная" процедура формализации непосредственно переходит в преобразование действительности человеком (и включает в себя это преобразование).

Ценность формализации как вида научного отображения природы и общества как раз и заключается прежде всего в том, что она позволяет применять эффективные методы вплоть до автоматизации соответствующих процедур. При этом предпосылкой автоматизации является более или менее полное алгоритмическое описание отображаемых процессов.

Алгоритмический подход, непосредственно связанный с исследованием информационных процессов в той или иной области, входит в качестве неотъемлемой составной части в создаваемые современным научным познанием и техникой иерархии знаковых систем, выступающие в качестве своеобразных „усилителей" отражательных возможностей человеческого сознания. Это, в частности, касается наук о жизни, в которых алгоритмический подход составляет часть методов исследования информационных процессов (на генетическом уровне, на уровне нервной системы головного мозга и т. п.), сочетающих разработку „формальных" теорий — то есть теорий, использующих определенные разделы математики и логики, — с экспериментальными исследованиями. В самом деле, процессы эволюции органического мира, онтогенетическое развитие организмов, функционирование генетического кода в процессах управления синтезом белков и ферментов, работой механизмов роста и развития органов, процессы метаболизмы и пр. — все это оказывается возможным (на определенном уровне абстракции и упрощения, разумеется) трактовать как информационные процессы, как акты пере-

работки некоторой информации, контролируемые определенными „алгоритмами“ или „программами“. Отсюда возможность построения их модельных описаний в виде некоторых формальных схем с последующей проверкой этих схем в эксперименте. В их числе самые разнообразные „схемы“ отражения — от автоматического регулирования (реализующего задачу поддержания какого-либо параметра, например, кровяного давления, в определенных пределах) до обучения, самообучения и „решения проблем“.

Вообще формализованные кибернетические описания отражательных процессов (скажем, анализа и восприятия информации сенсорными системами животных, принятия „компромиссных“ решений или выработки поведения для предотвращения попадения организма в так называемые опасные зоны) позволяют многое понять в том переплетении психического и „допсихического“ отражения, в котором выражается „линия прогресса“, ведущая от элементарынх форм отражения к высшим его формам. В частности, становится очевидным то огромное значение, которое имеет для понимания различных форм отражения — как в науке, так и в живой природе— иерархический способ формализации, состоящий в использовании формализованных описаний (искусственных языков) и регуляторных схем различных уровней.

Простой пример помогает уяснить связанную с этим суть дела. Отображение работы небольших групп нейронов (не более десятков) возможно (на уровне, конечно, достаточно сильных упрощающих предложений) в рамках теории формальных нервных сетей, восходящей к известной статье Маккалока и Питтса. Однако для перехода от уровня отдельного нейрона или небольших групп нейронов к уровню тех крупных нейронных ансамблей, которые реально участвуют в нейродинамических процессах, необходим, по-видимому, другой, более высокий по своему уровню язык (например, аналогичный языку блочного синтеза автоматов, или в существенно большей мере использующий „непрерывностную“ математику и т. п.). Этой иерархичности научного описания нейродинамических процессов в общем и целом соответствует реальная иерархичность тех регуляторных (управляющих) систем живого, которые мы вправе рассматривать по существу как функционирование определенных „языков“, с присущими последним феноменами „перевода“ и „перекодирования“.

Далее, проблема выяснения сущности процессов отражения на уровне рационального мышления есть, как известно, прежде всего проблема объяснения природы понимания, уяснения смысла понятий, суждений, языковых выражений и т. п., которое является необходимым условием движения человеческого познания. Кибернетика вносит свой вклад в исследование проблемы смысла, что связано со следующим обстоятельством. Во многих областях главная трудность формализации состоит в выражении смысла используемых понятий посредством точных (формальных, искусственных) языков, то есть средствами, допускающими такое уточнение понятий, которое позволяло бы, хотя бы в обозримом будущем, перейти к созданию систем автоматической обработки информации в этих областях.

Как, однако, выразить смысл? Как суметь определить, что два выражения, два текста, понятия и т. п. имеют одно и то же (или различное) смысловое содержание? Такого рода проблемы ныне встают во всех науках. Это проблемы формализации смысла текстов, например, текстов экономических, юридических и т. п. В качестве примера можно указать на экономическую кибернетику, в которой все более решительно подчеркивается необходимость многостороннего анализа экономической информации: ее полезности, смысла, знакового выражения и текстовой структуры, систем кодирования и т. п. Это ставит вопрос о создании специфического формально-семантического аппарата для исследования экономических текстов (документов, показателей и т. д.). Задачи этого рода — то есть задачи формализации реального, живого языка человеческого общения в процессах экономического управления — ныне относят к экономической семиотике. Речь идет о создании комплекса искусственных языков управления в экономике, в том числе языков общения человека с машинными системами, алгоритмических и других формальных языков.

Следует отметить, что многие схемы формализации непосредственно „навеяны" результатами изучения психического отражения, хотя имеются существенные различия между формализованными и неформализованными видами отражения. Например, информационные модели, связанные с „решением проблем", были разработаны в кибернетике (и затем перенесены в биологию) с широким использованием данных психологии, где они имеют свой „буквальный" смысл. Информационно-семиотические схемы описания процессов восприятия и узнавания тоже имеют психологические корреляты. Они получили применение в широком общенаучном контексте и, в частности, используются в технической кибернетике, для решения проблем создания распознающих автоматов. Естественно, что здесь имеется важный формально-семантический аспект: задачи распознавания можно трактовать в виде создания специальных искусственных языков передачи и переработки информации — языков не только, скажем, с „автоматной" или „рецепторной" семантикой, но и в более общем — биологическом — плане, как „языков" реакций живого, ориентирующегося в некоторой новой ситуации.

В этой связи большое значение имеет развитие методов формализации, нацеленных на более естественное воспроизведение в исчислениях особенностей реальных содержательных рассуждений людей. На первое место здесь, безусловно, надо поставить технику так называемых натуральных исчислений (исчислений естественного вывода). Впоследствии к ней присоединились такие приемы формализации логики мышления, которые отражают контроверзу истины и лжи в рассуждениях и диалогический аспект мышления („семантические и дедуктивные таблицы", „логика спора" и т. п.).

Стоит особо подчеркнуть, что в ходе научно-технической революции второй половины нашего века создаются реальные условия для решения проблемы рациональной „унификации знания". Это решение, как можно полагать, связано с развитым семейством формализованных языков, доступных как человеку, так и кибернетической машине и спо-

собных в силу этого служить средством общения не только между человеком и автоматами, но и между специалистами разных областей. В этой связи можно сформулировать принципиально важный тезис о том, что человек, вооруженный автоматическими средствами переработки информации, мыслит лучше (точнее) и иначе, чем человек, познающий лишь посредством своего „чистого" разума.

На современном этапе формализация прежде всего связывается с задачами автоматизации логических процедур. Именно современная революция в науке и технике придает особое, широкое общенаучное значение специальным и философским проблемам отражения, связанным с формализацией, всему „формализационному" аспекту философской проблемы отражения. В частности, развитие современных ЭЦВМ по-новому ставит вопрос о роли научной строгости, той самой дотошной скрупулезности в выкладках и выводах, которая может иногда столь раздражать ум человека, схватывающий сразу „суть дела" и не желающий „копаться в мелочах". Кибернетические и информационные машины — это инструменты практического осуществления формализации как важной современной формы рационального отображения мира. Их универсальность вполне понятна в свете концепции всеобщности атрибута отражения. „Алгоритмизация" и „машинизация" — это по существу совпадающие понятия: на электронную цифровую машину можно смотреть как на реализацию того, что в теории алгоритмов называется универсальным алгоритмом (предписанием соответствующего типа, способным выполнить любой алгоритмический процесс). Современный размах работ по формализации (в том числе алгоритмизации) решений различных задач по представлению материала разных областей знания в виде формальных схематических описаний обусловлен реальной потребностью в автоматизации интеллектуального труда, которая во второй половине нашего столетия ощущается все более остро.

Следует отчетливо представлять себе, что реальные успехи формализации в различных областях знания — это успехи человеческого разума в отображении реальности. Но эти успехи находятся также в прямой зависимости и от возможностей современных вычислительных машин взять на себя осуществление соответствующих алгоритмических процессов. Об этом говорит весь опыт работы по созданию информационно-поисковых систем в науке, экономике, праве и т. д. Так, формализация норм права получит реальный научный и практический смысл тогда, когда она даст правоведам возможность решать машинными методами задачи, относящиеся к кодификации права, например, „вылавливать" случаи противоречия в нормах права, случаи фактического исключения некоторой нормы последующими законодательными актами, „лакуны", имеющиеся в правовом регулировании тех или иных отношений, и т. п.

Конечно, применение формальных схем и технических средств отображения в качестве мощного инструмента усиления „дальнобойности" сознательно-психического отражения мира на ступени рационального мышления демонстрирует не только достижения, оно сталкивает нас лицом к лицу с новыми трудностями. Сейчас автоматизация интеллек-

туальных процессов в применении к сложным („большим“) системам, которые в изобилии „поставляют“ экономика, планирование, научные исследования, имеет в качестве одного из препятствий ограниченные возможности машин (в плане их быстродействия, памяти и др.). Совершенствование машин должно в известных пределах (но только в известных пределах!) снять эту ограниченность и тем способствовать прогрессу формализации и в науках о жизни и в науках об обществе и человеке. При этом откроется возможность создания единого комплекса информационных систем для отдельных областей знания посредством соединения этих систем друг с другом каналами связи и трансляторами, позволяющими „подключать“ друг к другу различные области знания. Тем самым будет, как можно надеяться, существенно облегчен процесс сотрудничества между специалистами смежных (и даже отдаленных друг от друга) областей. Такого рода информационные системы смогут выполнять роль справочников-консультантов, работающих в режиме диалога между человеком и машиной по данной области знания. Более того, в случае необходимости система сможет запрашивать сведения и получать „консультации“ от смежной системы, причем будет осуществляться перевод понятий соответствующей области знания на язык, понятный ученому другой области.

В наши дни явственно вырисовываются контуры такой службы „автоматического отражения реальности“. Шагом на этом пути являются энергично разрабатываемые ныне многомашинные информационно-вычислительные системы, снабженные многими каналами ввода и вывода информации и периферическими устройствами, которые могут быть вынесены за сотни километров от ЭВМ. Все большее развитие получают системы коллективного пользования: системы, работающие в режиме так называемого „разделения времени“. В перспективе такие системы изменят, по-видимому, сам стиль научной работы в силу того, что последняя будет опираться на интегрированный человеко-машинный поиск знаний.

Конечно, неверно было бы сводить все задачи и трудности развития „автоматизации познания“ только к задачам, относящимся к технике автоматических и информационно-семиотических устройств — „отображающих автоматов“. Имеются задачи и трудности, которые не представляется возможным решить и преодолеть только за счет развития техники вычислений и организации машинно-информационной „межведомственной“ службы. Многое, очень многое в решении практических проблем формализации, относящихся к сложным кибернетическим системам, связано с решением стратегических проблем „машинного отображения“. Дело в том, что при существующем „стиле“ программирования задач, источником которых служат такие системы, множество этих задач оказывается за пределами машинных возможностей при любом мыслимом прогрессе вычислительной техники (это, в частности, касается задач, связанных с необозримо большим перебором вариантов).

Выход из этого положения может быть найден только на пути разработки такого машинного метода, который в определенном смыс-

ле являлся бы подражанием наиболее совершенным из известных форм отражения — мыслительной работе человека и „адаптационной тактике“ живых систем. Это направление формализации известно ныне под названием эвристического программирования. В ЭВМ в данном случае вводится не программа „точного решения“ (таковая не известна), а определенная эвристическая программа, которая, не гарантируя обязательного или наиболее эффективного решения задач, тем не менее позволяет во многих случаях достигать успеха. Программа эта, основанная на опыте людей в области правдоподобных рассуждений, дает возможность машине разрабатывать способ своих действий по решению задачи, моделирующий в известном смысле проявления человеческого творчества и интуиции.

Заметим, что такого рода „эвристика“ машины не должна противопоставляться „алгоритмическим методам“, поскольку она обязательно предполагает определенную формализацию решения некоторого класса задач. Но это такая формализация, которая жертвует одним ради достижения другого: жертвует решаемостью каждой задачи класса (некоторые конкретные задачи при эвристическом программировании могут „не получаться“), приобретая взамен этого возможность заменить сплошной перебор вариантов решений неким целеустремленным движением по „дереву возможностей“, определяемым заложенными в программу (или вырабатываемыми в ней самой) подцелями. Лишь на пути такого „компромисса“ можно надеяться подойти к формализации процедур отображения процессов и явлений, происходящих в широчайшем классе „сложных систем“, составляющих миры живого и социального.

3. Концепция отражения как атрибута материи и интеграция знаний

Как известно, одна из ведущих закономерностей развития современной науки связана с тенденцией к синтезу наук. В объяснении этой тенденции весьма существенна роль тезиса о всеобщности свойства отражения, а в ее реальном становлении — роль широкого комплекса наук, практикующих формализацию. Вокруг концепции отражения группируются многие методологические идеи, вызванные к жизни развитием кибернетики, семиотики, психологии, а также вычислительно-информационной и автоматической техники.

Представление об отражении как атрибуте материи служит прежде всего методологическому осмыслению многообразных приемов моделирования сложных психических явлений. Именно по линии всеобщности свойства отражения и его проявления в качестве информации вычленяется определенная общность мозга и кибернетической машины. В то же время различие стадий в развитии всеобщего свойства отражения определяет специфику мыслительного информационного процесса человека по сравнению с информационными процессами кибернетических автоматов. Теория автоматов и психология мышления свя-

зываются как звенья некоторой „информационной цепи", характеризующей многообразные виды отражения как атрибута материи. Единство и в то же время многокачественность видов отражения приводят к заключению о возможности целостной характеристики иерархического ряда видов отражения. Однако эта интегральная характеристика не предполагает непосредственного „сведения" высших видов отражения к низшим.

На современном этапе научного познания различных видов отражения необходима особенная методологическая гибкость, способная преодолеть крайности в трактовке проблемы взаимоотношения деятельности мозга и работы искусственных кибернетических систем. Как необоснованный скепсис в отношении возможностей кибернетических машин, так и „панкибернетические иллюзии", без должного анализа „сводящие" человеческое мышление к функционированию автомата, отнюдь не содействуют конструктивной исследовательской работе в области процессов отражения, приводя, по существу, лишь к необоснованному антагонизму технико-кибернетических и психолого-физиологических разработок. Методологически оправданный путь познания заключается в интеграции модельных экспериментов на электронно-вычислительных машинах и исследований собственно мозга. Можно полагать, что объединение этих направлений науки будет строиться в значительной мере на базе обобщения понятия отражения.

В последние годы положение о всеобщности свойства отражения приобрело актуальность также и в связи с обсуждением проблемы распространенности разума во Вселенной. Хотя эмпирическая сторона этой проблемы, связанная на современном этапе прежде всего с приемом сигналов из доступной нам части космоса, в целом является еще неопределенной, тем не менее общетеоретические и методологические соображения говорят в пользу возможности ее положительного решения. Идеи теории отражения служат в качестве косвенного аргумента в пользу допущения множественности форм разума во Вселенной. Действительно, уже в самом тезисе о всеобщности и многообразии отражения в латентной форме заключено утверждение о множественности видов разума и их широком распространении во Вселенной. Нынешняя ситуация в анализе проблемы внеземных цивилизаций лишний раз свидетельствует об активном воздействии монистических установок теории отражения на разработку специальных направлений исследования. По мере прогресса науки и техники вероятность обнаружения внеземных цивилизаций и установления контакта с ними будет, по-видимому, возрастать. Конечно, мы не знаем, когда именно и как удастся — и удастся ли вообще — обнаружить братьев по разуму (или они обнаружат нас), но с пути этих поисков внеземного разума человечество уже не сойдет. И стимулирующим методологическим мотивом поисков разума всегда будет оставаться концепция единства и многообразия видов отражения в мире как целом.

Разнообразие формы отражения на генетическом уровне обнаруживается современной биологией. Раскрытие кода генетической информации, с одной стороны, способствовало дальнейшему распростране-

нию теоретико-информационных представлений на область живого, а с другой, — содействовало выявлению специфики структур отражения в биологических системах. Синтез теоретико-информационных и генетических идей продвинул науку вперед в понимании сущности жизни. Вполне понятно, что этот успех основывается именно на взаимодействии интегрируемых областей знания.

Исследование информационных аспектов наследственности уже на первых своих этапах выявило своеобразие видов отражения на генетическом уровне. В частности, было установлено,что в отличие от шенноновских чисто статистических информационных процессов в нормальных клетках информация передается строго однозначной последовательностью химических структур в жесткой „матричной" форме[10]. Очевидно, что чем полнее будет раскрываться специфика отражения в системах передачи наследственности, тем глубже наука сможет выразить сущность живого на языке точных наук физико-математического цикла. А это в свою очередь будет активизировать процесс синтеза наук о живой природе и „неорганического" естествознания.

Интенсивный прогресс кибернетических представлений и методов сделал актуальным вопрос о взаимоотношении кибернетики и наиболее фундаментальной природоведческой дисциплины — физики. В этой связи можно выдвинуть прогноз, что синтез кибернетических и физических представлений на базе концепции отражения окажется плодотворным для современного обоснования материализма. Эта задача тем более важна, что в некоторых направлениях современной западной философии кибернетика противопоставляется традиционно „материалистической" дисциплине — физике. Так, в работе одного из философов-неотомистов Ч. Дечерта „Кибернетика и человеческая личность" предпринимается попытка обоснования своего рода „кибервитализма". Дечерт пишет: „Современная наука, особенно физика, основана на радикальном упрощении действительности, на сведении универсума к материи и энергии"[11]. Однако из того факта, что кибернетика учитывает информационные процессы, а классическая физика их игнорировала, вовсе не следует, как стремятся доказать неотомисты, что кибернетика „антифизична", поскольку она вводит в научное мышление сущности, противостоящие физическому миру, — информацию и управление. На самом деле кибернетика — не антагонист физики, но развитие кибернетических идей действительно порождает определенную необходимость „изменения" физики: требует обобщения физического знания, распространения его на область информационных процессов как проявлений всеобщего свойства отражения.

В свете сказанного понятно, что проблема взаимосвязи физических наук и дисциплин информационно-кибернетического и семиотическо-

---

[10] См. об этом: Н. Н. Жуков-Вережников. Теория генетической информации. М., 1966.

[11] C. R. Dechert. Cybernetics and the Human Person. „International Phylosophical Quarterly", 1965, vol. V,N 1, p. 10.

го цикла (включая исследования по проблеме „человек и автомат", ведущиеся в инженерной психологии) начинает приобретать все большее значение для современного научного мировоззрения. В силу этого в сфере методологии современного естествознания вполне назрело обсуждение перспектив взаимодействия развивающихся кибернетико-семиотических дисциплин с физикой и возможностей влияния кибернетических идей и представлений на процесс познания физической реальности.

Как считает ряд исследователей, развитие кибернетики в последние годы убедительно показывает уязвимость тезиса У.Эшби о том, что „материальность не имеет для нее (кибернетики — авт.) значения, равно как и соблюдение обычных законов физики"[12]. На самом деле в самих кибернетических дисциплинах мера абстрактности, отвлеченности от качественной характеристики явлений природы может быть весьма различной (причем такое отвлечение в целом не может быть „абсолютным"). Это связано с тем, что сама природа материи накладывает определенные ограничения на процессы переработки информации, вынуждая, например, учитывать законы сохранения, предельность скорости взаимодействия и т.д.

Нам представляется, что определяющий аспект взаимодействия физики и кибернетики связан с дальнейшим развитием понятия информации, значительно расширившего свой объем по сравнению с теми представлениями, которые вытекают из первоначальной концепции информации создателя теории информации К. Шеннона.

Раскрытие объективной сущности информационных связей имеет принципиальное значение для понимания природы коммуникативных процессов. Сама же объективная характеристика информационных явлений наиболее четко обнаруживается при сопоставлении информации и энергии. Анализируя взаимосвязь информации с заведомо объективным началом — энергией, мы тем самым продвигаемся в познании сравнительно новой сферы научного поиска: информационных полей. Исходным для этого анализа может служить факт необходимой связи всякого коммуникативного процесса с некоторой затратой энергии. И хотя энергетическая „подоснова" механизмов коммуникаций может быть весьма незначительной, она не должна ускользать от нашего внимания, поскольку из опыта научного познания нам известно, что весьма часто явления, поначалу представлявшиеся неважными и незначительными, при дальнейшем углублении познавательного процесса оказывались весьма существенными и даже определяющими.

В последнее время проблема энергетического эквивалента коммуникации приобретает все большую значимость. Есть, например, основание считать, что энергетическая основа информационных явлений существенно обнаруживает себя уже в достаточно элементарном психофизиологическом законе Вебера-Фехнера[13].

---

[12] У. Р. Эшби. Введение в кибернетику. М., 1959, стр. 14.

[13] См. Л. М. Веккер, И. М. Палей. О взаимосвязи информации и энергии в нервно-психической деятельности. „Методологические проблемы кибернетики". (Материалы к всесоюзной конференции.) т.1, М., 1970.

Информация обладает способностью увеличивать упорядоченность материальных систем. Информация — это как бы некоторая „сила", некоторый фактор, направленный против шума, дезорганизации и хаоса. В этом именно смысле информация неотделима от структурности, организованности материальных систем.

Нам представляется, что приведенные соображения позволяют выдвинуть предположение о том, что со временем некоторые аспекты связи информации и энергии получат уточнение на языке математических зависимостей. И это уточнение будет существенным вкладом в обоснование объективности феномена информации.

Очерченные соображения проливают также дополнительный свет на известную методологическую проблему общенаучного статута кибернетики. Рационально понятая тенденция кибернетизации подготавливает в конечном счете почву для усиления роли физики в общенаучном синтезе знаний. Физика, несомненно, рассматривает самые фундаментальные (то есть не интерпретируемые через иные стороны и отношения действительности) законы и свойства реальности. Формулируя предельный идеал физического знания, А.Эйнштейн писал: „Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира"[14].

На современном этапе, когда степень единства разделов самой физики весьма возросла (хотя еще многое здесь неясно), нам думается, что увеличилась и вероятность осуществления (по крайней мере в некоторых направлениях) идеала синтетического знания не только в пределах физических дисциплин, но и в более широких рамках.

Широко известен методологический тезис основоположника современной квантовой физики М. Планка: „С давних времен, с тех пор, как существует изучение природы, оно имело перед собой в качестве идеала конечную, высшую задачу: объединить пестрое многообразие физических явлений в единую систему, а если возможно, то в одну-единственную формулу"[15]. И дальше М. Планк обсуждает вопрос насколько мы действительно приблизились к этой конечной цели, к единой „системе мира". По мнению Планка, исследование этих вопросов должно иметь величайшее значение для всякого физика, который хочет сознательно следить за развитием своей науки. Ибо если мы сумеем добиться ответа на этот вопрос, мы будем также в состоянии отдать себе отчет в другом вопросе (о котором ведется столько горячих споров): чем, по существу, является то, что мы называем „физической картиной мира".

Нам думается, что современный интеллектуальный климат создает почву для обобщения методологического положения М.Планка в следующем смысле. На базе физических идей возможно будет объединить (в определенных пределах) все многообразие материальных (не только непосредственно „физических") явлений. При этом это „объединение"

---

[14] А. Эйнштейн. Собрание трудов. т. IV. М., 1966, стр. 40.

[15] М. Планк. Единство физической картины мира. М., 1966, стр. 23.

не обязательно должно обрести тот „аналитический вид", который обычно принимают физические явления в теориях физики. Возможно, что в таком объединении будут существенно использованы теоретико-информационные идеи и соответствующий аппарат, и даже средства алгоритмического описания процессов. Вполне понятно при этом, что физика как „первонаука", существенно видоизменяясь и обобщаясь, может превратиться в своего рода „суперфизику".

На возможный интеграционный процесс знания интересно посмотреть с позиций теории отражения. Отражение всеобще, оно имеет место в неорганическом мире, живой природе и в человеческом обществе. В силу этой своей всеобщности отражение выступает в определенном смысле как реальная основа интеграции знания в некоторую целостную систему. Именно в свете концепций отражения обосновывается методологически то сближение наук о природе и наук о человеке и его деятельности, начальные этапы которого мы ныне наблюдаем. Интегрирующий эффект категории отражения внесет свой вклад в осуществление той перспективы эволюции знания, которую К. Маркс охарактеризовал в словах: „Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет *одна* наука"[16].

Важный в методологическом отношении аспект интеграции знания связан с семиотической концепцией науки как информационной системы. Любая развитая научная дисциплина под определенным углом зрения может рассматриваться как некоторый язык (или система языков). Эта семиотическая природа науки особенно очевидна в дисциплинах математического цикла (вспомним афоризм Гиббса: „Математика — это язык"). Конечно, ни одна даже самая „формальная" дисциплина не есть только язык. Математика, например, во вне, в отношении к другим наукам выступает прежде всего как язык. Но вместе с тем она есть знание о специфических абстрактных объектах, носящих название чисел, функций, множеств и т. п. Изучаемые ею „сущности" занимают определенное место в многообразии и иерархии тех объектов, которые постигаются человеческим познанием. Это можно сказать и о любой другой науке, так что задача синтеза различных наук в значительной мере сводится к организации эффективного перевода утверждений о различных „сущностях" — объектах научного знания — с одного языка науки на другой.

Более чем полувековое развитие ленинской концепции всеобщности отражения свидетельствует о ее творческих потенциях и методологических возможностях. В наши дни эти возможности все в большей мере реализуются в познавательном процессе, содействуя прогрессу всех областей науки.

---

[16] К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956, стр. 596.

РАЗДЕЛ II

ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, ХИМИЯ

ГЛАВА 8

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Развитие современной физики проходит под знаком двух происшедших в нашем столетии великих научных революций — возникновения теории относительности и квантовой механики. Первая из них, как известно, осуществила глубокий переворот в способах физического описания внешнего мира, который основан на ревизии классического представления об абсолютности понятия одновременности. Но при всей глубине этого переворота и его парадоксальности с точки зрения „здравого смысла", а также исключительно плодотворных результатов теории относительности она прозвучала только заключительным аккордом классической континуальной физики. Это стало отчетливо видно на фоне квантовой механики, положившей полвека назад начало перехода от классической к неклассической — в собственном смысле этого слова — физике, которому нет аналога во всей предыдущей истории естествознания.

В историческом плане квантовую механику можно охарактеризовать (абстрагируясь от деталей процесса ее формирования) как конечный итог усилий, направленных на преодоление логической непоследовательности первой квантовой теории строения атома. Специфика ее становления чрезвычайно существенна с точки зрения выявления общих законов развития научного познания. Дело в том, что решение весьма частной на первый взгляд проблемы — вывода эмпирически установленных закономерностей атомных спектров на основе логически однородного описания внутриатомных движений электронов — имело далеко идущие нетривиальные гносеологические следствия. Это решение удалось только ценой отказа от таких общих представлений классической физики, которые, оставаясь незыблемыми и после возникновения теории относительности, выполняли роль исходных предпосылок любой физической теории, имеющей своим предметом движение материальных объектов или связанных с ним явлений.

При отсутствии новой категориальной основы, отказ от традиционных классических представлений о движении в пользу принципа наблюдаемости и формальных аналогий позволил всего лишь „нащупать" методом математической гипотезы две чисто формальные схемы, каждая из которых обеспечивала математическую дедукцию *ad hoc* введенных в старой квантовой теории строения атома ограничений. Эти схемы настолько различались по своей структуре, что первоначально казались даже взаимно несовместимыми. Но и после доказательства эквивалентности матричной и волновой схем физический смысл общего формализма продолжал оставаться невыясненным. По словам Борна, ма-

тематика, оказавшись умнее интерпретаторской мысли, оставляла совершенно неясным вопрос, что собственно означал найденный формализм. Процесс преобразования формальной схемы в физическую теорию путем дополнительной разработки самосогласованной эмпирической интерпретации оказался несколько неожиданно органически связанным с далеко идущим анализом ряда сугубо философских проблем. Подлинная глубина квантовой механики измеряется не столько ее бесспорной эффективностью, сколько ее нетривиальной связью с философией. Именно этой связью объясняется тот факт, что вопреки блестящим достижениям теории на протяжении нескольких десятилетий ее гносеологические основы и следствия продолжают оставаться предметом дальнейших исследований и непрекращающихся дискуссий.

Эмпирическую интерпретацию удалось выработать, придав комплексной ψ-функции, являющейся решением волнового уравнения Шредингера, значение символа состояния (движения) и приписав ей смысл амплитуды, квадрат которой определяет распределение вероятностей наблюдаемых результатов измерения микрообъектов. С точки зрения данного истолкования, квантовомеханический формализм представляет собой систему общих правил вычисления вероятностей (нахождения вероятностных распределений) событий, наблюдаемых в результате всевозможных взаимодействий микрообъектов. При сохранении обычного статистического смысла вероятности эти общие правила, тем не менее, радикально отличаются от вычислительных правил стандартной теории вероятностей.

Эффективность предложенной в 1927 г. Борном вероятностной интерпретации определяется тем, что она позволяет снять парадоксы корпускулярно-волнового дуализма, который необходим для полного описания каждой квантовомеханической ситуации. Непротиворечивое применение новых правил осуществимо лишь при определенных условиях, которые фиксируют критерий осмысленности (правомерности) высказываний (утверждений) относительно состояния движения микрообъектов в рамках квантовомеханического языка. Именно *с особенностями способа удовлетворения требованию формальнологической непротиворечивости связана центральная с точки зрения теории отражения проблема о познавательном содержании квантовой механики.*

Следует подчеркнуть, что решение данной проблемы не может быть сведено к утверждению, согласно которому ψ-функция характеризует объективно присущие микрообъектам возможности, так как оно является сочетанием тривиальной констатации эффективности вероятностной интерпретации с истолкованием самой вероятности как количественной меры реализуемости возможности. Теоретико-познавательные проблемы квантовой механики связаны не просто с тем фактом, что, описывая микромир, мы вынуждены пользоваться понятием *вероятности* и следовательно категорией возможности, а *с основаниями их неизбежности и со спецификой их применения.* Поэтому ни одну из реальных философских проблем, поднятых квантовой механикой, нельзя проанализировать, ограничиваясь разъяснением того обстоятельства, что она вскрыла существенное значение категории возможности в процессе описания внешнего мира.

1. Интерференция амплитуд вероятностей и логическая непротиворечивость

Так как проблема оснований и познавательного содержания уже апробированной эмпирической интерпретации квантово-механического формализма неразрывно связана со способом удовлетворения требованию логической непротиворечивости описания наблюдаемых фактов, напомним коротко, в чем он состоит. Это проще всего сделать на основе ставшей уже классической схемы опыта по дифракции частиц на двух отверстиях, который может рассматриваться как эмпирическая основа квантово-механического описания и, по справедливому замечанию Фейнмана, позволяет охватить всю суть последнего.

Из некоторого источника (генератора) G в определенном направлении последовательно (независимо друг от друга) вылетают частицы — например, электроны — с заданной энергией. На некотором расстоянии от G имеется экран D, плоскость которого перпендикулярна направлению движения электронов. На пути электронов от G к D поставлен второй экран W с двумя отверстиями, которые могут открываться и закрываться независимо друг от друга. G, W и D соответствуют приготовляющей, рабочей (анализирующей) и измеряющей (регистрирующей) частям в опытах поверочного типа, которые имеют значение не только в историческом плане становления квантовой механики, но также для анализа ее логической структуры.

Простейший опыт, результаты которого принципиально невозможно понять с точки зрения классических представлений о движении, состоит, как известно, в наблюдении за попаданиями на экран D вылетающих из G электронов. Эти результаты сводятся к следующему:

а) За произвольный интервал времени на D наблюдается последовательность взаимно исключающихся корпускулярных событий-попадание электрона в заданную точку исключает его попадание в другую точку[1].

б) Наблюдаемые корпускулярные события являются случайными — они не детерминированы однозначно контролируемыми параметрами опыта (режимом генерации частиц и граничными условиями их движения — состоянием W).

в) Общий вид наблюдаемого распределения вероятностей достаточно большого числа отдельных попаданий P(x), однозначно детерминирован состоянием W; при неизменных других условиях трем возможным состояниям соответствуют свои кривые распределения вероятностей: $P_1(x)$ — открыто только первое отверстие, $P_2(x)$ — открыто только второе отверстие и $P_{12}(x)$ — открыты оба отверстия; причем

---

[1] Строго говоря, непосредственно наблюдаемым событием является почернение фотопластинки D в некоторой точке, щелчок данного счетчика и т. п. Поскольку, однако, однозначная каузальная детерминация этих событий попаданием электрона не подвергается сомнению, мы для простоты будем говорить о попаданиях электронов как о наблюдаемых событиях.

между P_1 и P_2, с одной стороны, и P_{12}, с другой стороны, существует качественное структурное различие.

В случаях, когда открыто только одно из отверстий, кривая распределения вероятностей попаданий имеет хорошо известный вид гауссовой кривой, что вполне естественно с точки зрения классических представлений о движении частиц по определенным траекториям. Вопреки основанным на этих представлениях ожиданиям, когда открыты оба отверстия, P_{12} не является суммой P_1 и P_2. При этом однако структура P_{12} идентична структуре кривой распределения интенсивности волн J_{12} — распространяющихся от G к D при тех же граничных условиях — с характерным чередованием максимумов и минимумов. Именно этот замечательный факт лежит в самой основе квантовомеханического описания. Структурная тождественность P_{12} и J_{12} позволяет истолковать распределение вероятностей наблюдаемых корпускулярных эффектов как распределение интенсивности некоторой вероятностной волны и таким образом ввести формальные правила описания конечных результатов опыта.

Любое попадание электронов в заданную точку D до его фактического наблюдения рассматривается как возможное событие. Вводится гипотеза о существовании некоторой комплексной амплитуды ψ, квадрат модуля которой определяет вероятность осуществления наблюдаемого события (попадания) — $P(x)=/\psi/^2$. Этой гипотезе приписывается универсальное значение, в соответствии с чем: $P_1=/\psi_1/^2$, если открыто только первое отверстие, $P_2=/\psi_2/^2$, если открыто только второе отверстие и, наконец, $P_{12}=/\psi_{12}/^2$, если открыты оба отверстия. Далее, в соответствии со структурой P_{12} постулируется, что в том случае, когда открыты оба отверстия, амплитуда вероятности равна сумме амплитуд, соответствующих каждому из двух возможных способов случайного осуществления наблюдаемого события: $\psi_{12}=\psi_1+\psi_2$. Таким образом, распределение вероятностей отличается от суммы распределений и обладает обусловленными интерференцией особенностями

$$P_{12}=/\psi_1+\psi_2/^2=/\psi_1/^2+/\psi_2/^2+2R_e/\psi_1\ \psi_2^*/\neq P_1+P_2.$$

Эти правила, основанные на введении по аналогии с реальными волнами некоторых вероятностных волн, сводят проблему описания движения к нахождению комплексной амплитуды, определяющей вероятность наблюдаемого результата измерения над движущимся микрообъектом. Вероятностная интерпретация квантово-механического состояния движения заключается в том, что эта амплитуда является решением квантово-механического анализа уравнения движения — уравнения Шредингера.

Однако правило интерференции амплитуд справедливо, только при дополнительных условиях, гарантирующих преодоление парадоксов корпускулярно-волнового дуализма. Так как интерференционная картина является интегральным результатом последовательных попаданий тождественных корпускул, то прямым опытом можно установить способ действительного прохождения любой попавшей на D частицы. Соответствующие наблюдения показывают, что, оставаясь корпускулой с неделимой массой и зарядом, каждый отдельный электрон проходит

всегда только через одно из двух отверстий. Но факт действительного прохождения через заданное отверстие означает, что P_{12} должно быть суммой P_1 и P_2, ибо мы допустили, что два отверстия являются независимыми альтернативами, и открытие или закрытие одного из них не может никак влиять на движение электрона, проходящего через другое. Этот вывод противоречит, однако, наблюдаемой при двух открытых отверстиях структуре P_{12}.

Таким образом, с одной стороны, в соответствии с результатами опыта по наблюдению фактического способа прохождения электронов надо принять утверждение: „Электрон всегда проходит только через одно отверстие“ ($=A$). С другой стороны, для описания интерференционной картины как интегрального результата последовательных попаданий отдельных электронов следует признать справедливость противоположного утверждения: „Электрон никогда не проходит только через одно из отверстий“ ($=$ *не-A*). В силу аналитической ложности конъюнкции данного утверждения и его отрицания любая попытка объединения этих двух утверждений — описывающих одинаково надежные эксперименты — угрожает логическим парадоксом. По крайней мере сначала дело выглядит так, как будто эксперимент заставляет нас усомниться в универсальной справедливости принципов стандартной (двузначной) логики и предположить, что она неприменима к микромиру. Если бы не было выхода из этой сложной ситуации, физики, убедившись в недостаточности сочетания классических представлений о движении с классической логикой для описания экспериментальных результатов, скорее всего отказались бы от универсальности требования логической непротиворечивости. Трудно, конечно, гадать, какой конкретный вид приняла бы теория в таком случае, но ясно, что с точки зрения своей логической однородности она мало чем отличалась бы от боровской теории, даже если бы и была свободной от характерного для последней нагромождения *ad hoc* вводимых ограничений.

Сама природа, однако, обеспечивает нетривиальный выход, который позволяет избежать указанных трудностей, не переходя границы традиционной логики. Он основан на том, что условия фактического установления способа действительного прохождения отдельных электронов (наступления наблюдаемых событий), с одной стороны, и наблюдения интерференционной картины, с другой стороны, взаимно несовместимы. Любое дополнительное наблюдение, устанавливающее прохождение электрона через заданное отверстие, „выбивает“ его из числа частиц, участвующих в получении интерференционной картины. При этом термин „наблюдение“ означает факт дополнительного взаимодействия электрона, по результатам которого можно судить, какая из взаимно независимых альтернатив фактически имела место. Если все прошедшие через W электроны вступают до попадания на D в такое взаимодействие, то они распадаются на два класса: прошедших через первое и прошедших через второе отверстия, а картина чередующихся максимумов и минимумов разрушается совершенно независимо от того, регистрирует ли кто-либо результаты данного взаимодействия и

использует ли их в качестве дополнительной информации. Если условия за экраном W таковы, что только часть прошедших электронов вступает в дополнительное взаимодействие, то множество частиц распадается на два подмножества, так что для не вступивших во взаимодействие электронов $P_{12} \neq P_1 + P_2$, для вступивших в такое взаимодействие электронов $P_{12} = P_1 + P_2$, а конечное распределение является средним, взвешенным по этим двум распределениям.

Как ясно из сказанного, структура конечного распределения вероятностей попаданий электронов на экран D зависит не только от состояния W, но также и от того, сохраняется или нет цельность соответствующего опыта. В рассмотренном примере эта зависимость сводится к следующему:

(2) $P_{12} = (\psi)^2 + (\psi)^2 = P_1 + P_2$ при дополнительном условии

(3) $P_{12} = (\psi_1 + \psi_2)^2 \neq P_1 + P_2$ без дополнительного наблюдения. Несовместимость этих соотношений эквивалентна несовместимости условий истинности *A* и *не-A*. Наблюдение, устанавливающее фактическое прохождение электрона через заданное отверстие, позволяет опытным путем подтвердить истинность *A*, но необходимые для этого условия исключают условия истинности *не-A*. С другой стороны, наблюдаемое чередование максимумов и минимумов кривой распределения с не меньшей надежностью свидетельствует об истинности утверждения *не-A*, но условия возникновения интерференционной картины исключают условия истинности *A*.

В отличие от классической физики, рассматривающей различные способы осуществления данного события всегда как взаимнонесовместимые альтернативы, квантовая механика в зависимости от того, имеет или не имеет место фактическая идентификация некоторого из возможных состояний движения, рассматривает их соответственно как взаимоисключающие, либо как взаимоинтерферирующие. Гипотеза качественного различия состояний движения в зависимости от условий данного опыта, находящая формальное выражение в (2) и (3), уже содержит тот принципиально новый момент, который характерен для квантово-механической концепции описания движения. Два (или больше) состояния движения могут рассматриваться как взаимноинтерферирующие лишь при условии, что на протяжении всего опыта — вплоть до взаимодействия с детектором — они остаются потенциальными: реализация какого-либо из множества возможных способов осуществления наблюдаемого события исключает интерференцию соответствующих амплитуд. Именно переходом к множеству остающихся принципиально неосуществляющимися на протяжении всего опыта состояний движения квантовой механике удается описать совершенно непонятные с классической точки зрения результаты наблюдения, не нарушив при этом норм логического следования. Специфика квантово-механического способа удовлетворения требованию логической непротиворечивости заключается в абсолютном разделении *A* и *не-A* путем их отнесения соответственно к неперекрывающимся сферам актуального и потенциального. В то время как прохождение микрообъекта через заданное отверстие актуально, интерференция всегда ограничена в сфере потенциальных состояний. Таким образом, роковое „и *A* и *не-A*“

уступает место безобидному с логической точки зрения „и *A* и *не-A* при взаимонесовместимых условиях"; тем самым логическое противоречие исключается. Такой подход, однако, обязывает квантовую механику в любой ситуации, с одной стороны, принять реальность движения как совершившегося факта, а с другой стороны, исключить из своей схемы реальность движения как совершающегося в пространстве и времени процесса. В этом, собственно, и состоит тот логический канат, на котором со дня своего возникновения она балансирует с завидным успехом, стараясь не сорваться в пропасть логических противоречий.

2. Принцип неопределенности и проблема полноты описания

Утверждение о несовместимости условий актуализации какого-либо из возможных состояний движения микрообъекта с условиями наблюдения интерференционной картины составляет содержание принципа неопределенности, обычно формулируемого в виде неравенства, согласно которому произведение неопределенностей значений канонически сопряженных переменных не может быть по своей величине меньше $\frac{h}{2\pi}$. Этот принцип, исключающий основанное на понятии траектории детерминистское описание движения, и стал, как известно, предметом оживленных дискуссий. Если оставить в стороне немалое число высказанных в связи с ним откровенных нелепостей, а также терминологически неудачные формулировки и основанные на них суждения, то следует отметить некоторые его существенные в теоретико-познавательном плане аспекты.

Согласно восходящей к Гейзенбергу концепции, возникшей при разъяснении ограниченности измерительных возможностей путем анализа мысленных экспериментов, неопределенность является следствием вносимого наблюдающим субъектом неконтролируемого возмущения в состояние измеряемого микрообъекта. Ее суть сводится: а) к предположению, что до измерения микрообъект обладает в любой момент точными значениями динамических и кинематических переменных и б) к констатации, что возмущение, которому наблюдатель должен подвергнуть микрообъект для измерения точного значения данной величины, вызывает неточность в значении сопряженной ей величины. Эта каузальная интерпретация придает неравенствам Гейзенберга смысл операциональных соотношений неточностей, которые фиксируют всего лишь наличие некоторого предела наших измерительных возможностей. Существование такого предела позволяет в лучшем случае придать абсолютный смысл понятиям „малого" и „большого" объекта (с этой точки зрения абсолютно малый объект — это объект, для которого невозможно пренебречь возмущением со стороны наблюдателя), но само по себе не говорит ничего относительно качественной специфики общих закономерностей движения микрообъектов. Дополнительное привлечение операционалистского критерия смысла физических

понятий приводит к заключению, что поскольку принципиально невозможно указать операцию одновременного измерения точных данных значений переменных, само высказывание о сосуществовании последних также лишено смысла. Таким образом, ограниченность классических представлений и понятий здесь рассматривается лишь как следствие неизбежно вносимого наблюдателем возмущения. Отсюда (вместе с признанием фундаментального значения принципа неопределенности для всей системы квантовой механики) делались далеко идущие, но весьма несостоятельные выводы гносеологического характера. Так, например, утверждалось, что устанавливая относительность к средствам наблюдения (измерения), которые для выполнения своего предназначения должны быть неразрывно связанными с наблюдателем, квантовая механика вскрывает ограниченность лежащей в самой основе классической физики аксиомы о полной независимости исследуемой части мира от познающего субъекта. При этом квантово-механическое описание истолковывалось как смесь субъективных и объективных элементов, что якобы свидетельствовало о разрушении узких рамок как чисто субъективистских, так и чисто объективистских философских систем. Подобные взгляды, которые, к сожалению, принадлежат не только истории, — основаны на далеко не безупречном с теоретико-познавательной точки зрения понимании измерения.

Концепция неконтролируемого возмущения непосредственно связана: а) с тем фактом, что необходимым условием любого измерения данного объекта является его взаимодействие с соответствующим измерительным прибором, б) с неконтролируемостью измерения состояния микрообъекта в процессе измерения и в) с инвариантностью квантово-механического описания (предсказания) результатов измерения относительно способа проведения границы между наблюдаемой частью мира и наблюдателем. Как известно, измерение можно „разложить" на два разнородных с гносеологической точки зрения компонента. Первый из них — это физическое взаимодействие микрообъекта с системой, выполняющей роль измерительного прибора, который не зависит от познающего субъекта. Второй — наблюдение в собственном смысле слова как осуществляемый со стороны субъекта познавательный акт регистрации (снятия) конечных результатов указанного взаимодействия. Неизбежно наступающее в процессе взаимодействия микрообъекта с прибором изменение состояния может быть интерпретировано как конечный результат вносимого наблюдателем неконтролируемого возмущения *лишь при отнесении прибора* (как псевдоклассической системы) *к наблюдателю.* Такой способ разграничения наблюдаемой части мира и наблюдателя, когда к последнему относятся и измерительные средства, хотя и возможен, *не является,* однако, *обязательным.* Если связь наблюдателя с микрообъектом, осуществляемая прибором, необходима для самого проведения измерения, то не менее существенной предпосылкой его познавательной роли является независимость от наблюдателя результатов взаимодействия микрообъекта с измерительными средствами. При объединении наблюдаемого микрообъекта и измерительного прибора в единую систему, наблюдатель регистрирует конеч-

ные результаты протекающего в ее рамках реального физического взаимодействия, не оказывая на них никакого влияния.

С философской точки зрения существенно то, что при обоих способах проведения указанной границы познающий субъект остается за пределами наблюдаемого объекта. Его присутствие или отсутствие независимо по отношению к результатам взаимодействия подвергающегося измерению микрообъекта с системой, выполняющей роль измерительного прибора. При наличии нескольких возможных способов наблюдаемого события правомерность их рассмотрения как взаимно исключающихся или взаимно интерферирующих — чем и определяется адекватность описания — обусловлена особенностями физической ситуации, а не тем, наблюдает ли кто-либо это событие или нет. Как было отмечено, если в дифракционном опыте за экраном W поставлены детекторы, устанавливающие прохождение каждого электрона через одно из отверстий, обе альтернативы становятся объективно взаимно несовместимыми (взаимно исключающими друг друга). Совершенно независимо от того, регистрирует ли какой-либо наблюдатель результаты фактически осуществленного промежуточного взаимодействия или нет, правильный закон вычисления конечной вероятности наблюдаемого события сводится к $P_{12}=(\psi_1)^2+(\psi_2)^2$. Говоря словами Фейнмана, природе безразлично, наблюдает ее кто-либо или нет — при заданных условиях она ведет себя определенным способом, независимо от того, интересуемся мы или не интересуемся ее данными. Таким образом, становится ясным, что собственное содержание указанной инвариантности состоит скорее в том, что *даже объединение познающего субъекта с физическими средствами измерения не отражается на адекватности описания.*

Вопреки эквивалентности рассмотренных способов отграничения наблюдаемой части мира от наблюдающего субъекта с точки зрения формального описания, они неравноценны в гносеологическом отношении. В первом из них на одной стороне—микрообъект, а на другой—прибор + наблюдатель. Основанная на таком разграничении интерпретация принципа неопределенности как разультата неконтролируемого возмущения со стороны познающего субъекта не способствует выяснению познавательного содержания этого принципа. Второй способ проведения интересующей нас границы на одной стороне оставляет микрообъект + прибор, а на другой — наблюдателя. Несмотря на относительность детализации физических процессов, осуществляющих контакт сознания наблюдателя с показаниями прибора, ясно, что связь микрообъекта с окружающим миром, которая, безусловно, необходима для самого осуществления над ним измерения, не сводится к связи с наблюдающим субъектом. Взаимодействие микрообъекта с данной классически описываемой системой, которая может выступать в роли измерительного прибора, само по себе уже достаточно для измерения состояния микрообъекта и соответствующей амплитуды конечной вероятности наблюдаемого события. Неконтролируемость этого изменения является независимым от познавательной деятельности объективным фактом. Это позволяет понять, что принцип неопределенности представляет собой *закон природы, отображающий обнаруживающиеся*

на стыке с классическими системами объективные свойства микрообъектов. Именно он лежит в самой основе ограниченности наших измерительных возможностей и классических представлений, а не наоборот. Особенностями нашего понятийного аппарата обусловлен только тот факт, что этот природный закон приобретает *форму утверждения об ограниченности измерительных возможностей.* Что касается высказывания о неконтролируемом возмущении со стороны наблюдателя, то оно является не слишком удачным выражением факта, что выбирая по своему усмотрению тип необходимого для измерения данной величины прибора, наблюдатель объективно ограничен в произвольном сочетании различных приборов. Конечно, можно сказать, что в зависимости от конечной цели данного измерения наблюдатель должен использовать соответствующий прибор и тем самым воздействовать на микрообъект определенным способом. При этом, однако, следует учитывать точный смысл данного утверждения. Только при произвольно расширенной интерпретации указанного факта, которая не принимает во внимание собственную структуру измерения, можно настаивать на наличии неконтролируемого возмущения со стороны познающего субъекта.

Специфика измерения в квантовой механике заключается в том, что оно совпадает с возникновением в процессе взаимодействия микрообъектов с прибором состояний с определенными значениями соответствующих величин. Все трудности возникают при попытках, вопреки этой особенности, втиснуть отображаемую принципом неопределенности качественно новую ситуацию в рамки традиционной схемы измерения, согласно которой оно является операцией установления чего-то существующего до и независимо от него (безотносительное к нему). Несовместимость условий осуществления взаимодействий, приводящих к состояниям с определенными значениями сопряженных величин, представляет собой объективный факт, который не зависит от присутствия или отсутствия наблюдателя с его сознанием. Совместное точное измерение этих величин невозможно не потому, что наблюдатель возмущает неконтролируемым образом характеризуемый ими объект, а лишь потому, что просто не существуют состояния, в которых эти величины одновременно определены.

Это непосредственно связано с особым логическим отношением между классической и квантовой механиками. В силу отсутствия у микрообъектов, взятых „самих по себе", каких-либо динамических характеристик, существование замкнутой механики одних только квантовых объектов невозможно. Наблюдаемые результаты взаимодействий микрообъектов с системами, подчиняющимися с достаточной степенью точности законам классической механики, остаются единственным источником информации о существовании и свойствах микрообъектов. Поэтому, являясь более общей теорией, частным случаем которой выступает классическая механика, квантовая механика, тем не менее, нуждается в этом частном случае для своего обоснования и существования. Наряду с множеством других отрицательных черт, это еще одна из уникальных особенностей первой неклассической в собственном смысле слова физической теории.

Итак, принцип неопределенности фиксирует *теоретическую неправомерность описания состояния движения точкой в фазовом пространстве,* а не просто операциональную бессодержательность этого понятия. Аналогично тому, как интерференция света вскрывает ограниченность понятия луча, наблюдаемая структура кривой распределения вероятностей попаданий в условиях дифракционного опыта свидетельствует о том, что *в общем случае понятие траектории теряет смысл и становится неадекватным.* Вероятностная форма квантово-механических законов, однако, не вытекает логически из неосуществимости континуального описания движения в пространстве и времени. Необходимым условием самосогласованности вероятностной интерпретации является справедливость принципа неопределенности. Последняя по своему содержанию эквивалентна утверждению о том, что волновая функция определяет распределение вероятностей всех наблюдаемых величин, характеризующих состояние микрообъекта. Это непосредственно связано с чрезвычайно глубокой и интересной проблемой полноты квантово-механического описания.

Суть этой проблемы сводится, как известно, к вопросу о существовании таких „скрытых переменных" (параметров), которые не охвачены волновой функцией и детерминируют однозначно поведение микрообъекта таким образом, чтобы их знание обеспечивало достоверность теоретических прогнозов в условиях, в которых стандартная формулировка квантовой механики обеспечивает лишь вероятностное (статистическое) предсказание. Согласно знаменитой теореме фон Неймана, предположение о существовании единой системы таких переменных несовместимо со структурой квантовой механики. Принципиальная невозможность дополнения системы квантовой механики скрытыми параметрами, обладающими указанными свойствами, означает, что их наличие потребовало бы существования наблюдаемых фактов, которые не могут быть описаны в ее рамках. Более того, опытно подтвержденные соотношения между величинами, с которыми оперирует существующая теория, должны оказаться объективно ошибочными, а описываемые с их помощью факты невозможными. Действительно, если бы, например, существовали скрытые параметры, которые в условиях дифракционного опыта детерминировали бы однозначно прохождение каждого электрона через заданное отверстие, то независимо от их природы конечное распределение должно было бы быть всегда суммой распределений для проходящих соответственно через первое и через второе отверстия, а интерференция была бы объективно невозможной. Существование скрытых параметров противоречит основным принципам квантовой механики и прежде всего принципу суперпозиции состояний. Следовательно, имеет место очень жесткая альтернатива: стандартная *квантовая механика может быть истинной или ложной теорией, но не может быть истинной и неполной.* Теорема фон Неймана гарантирует логическую замкнутость традиционной квантовой механики.

Философы имеют свои собственные основания — к которым следует вернуться — интересоваться поисками в системе квантово-механических постулатов лазеек к „реабилитации" достоверной однозначной

предсказуемости. Это прежде всего убежденность в том, что теория, которая не допускает динамическо-детерминистского дополнения, не может быть принципиально полной, поскольку она в лучшем случае принимает принципиальную непознаваемость причинных цепей с характерной для них однозначностью детерминации, а то и просто исключает аксиому причинной обусловленности. Надежды возврата к достоверности предсказания связываются, главным образом, с тем обстоятельством, что теорема фон Неймана ограничена математическим формализмом, а так же с тем, что, являясь метатеоретическим утверждением относительно структуры данной теории, она доказывается на основе собственных постулатов этой теории.

На протяжении последних 10—15 лет интерес к теореме фон Неймана в специально-научном плане резко возрос, о чем свидетельствует большое количество новых публикаций, посвященных проблеме аксиоматического построения HV-моделей (HV — Hidden Variables). На этом пути в рамках как алгебраического, так и логического подхода получены довольно сильные результаты. Было, например, доказано (Мисра, 1965), что HV-описание осуществимо только в рамках коммутативной алгебры наблюдаемых, что соответствует *неподтверждаемой совместности всех фактически осуществимых физических измерений.* Исходя из постулата взаимнооднозначного соответствия между наблюдаемыми и действующими в гильбертовом пространстве (H-пространстве) самосопряженными операторами, Коен и Спекер (1967 г.) доказали невозможность погружения традиционной квантовой механики в более общую формальную структуру, в которой каждому состоянию и каждой наблюдаемой сопоставлена определенная на борелевских подмножествах числовой оси вероятностная мера. Суть этого доказательства сводится к установлению *невозможности объединения этой меры для всех наблюдаемых в состоянии, описываемом заданной ψ-функцией с соответствующим HV-распределением.* Доказано было также, что структура так называемой квантовой логики (законы которой установлены фон Нейманом и Биркгофом в 1936 г.) с характерным для нее нарушением принципа дистрибутивности неадекватна структуре классической логики. Установлено, что HV-описание приводит к нарушению логического принципа изотропности, то есть отношения следования (Тарнер, 1968).

Наиболее неожиданными и значительными являются, пожалуй, результаты, полученные два года назад Гадером. Отказавшись от постулата существования единой системы скрытых параметров, он смог доказать осуществимость HV-описания для каждого класса совместных экспериментов. При этом противоположные утверждения относительно несовместимости и совместимости квантовой механики с HV-моделями оказываются принадлежащими к взаимнонепересекающимся областям. Это напоминает давно известный рейхенбаховский подход к элиминации каузальных аномалий путем введения подходящих интерфеноменов при отсутствии единой системы интерфеноменов для их радикальной элиминации. Благодаря тому, что анализ Гадера осуществлен на синтаксическом уровне, без ссылок на какие-либо конкретно-динамические

принципы, он относится ко всем возможным моделям, что является его несомненным достоинством. В то же время отказ от требования единой HV-системы наводит на сомнения, относится ли существующее доказательство к теориям со скрытыми параметрами в строгом смысле слова.

Общей отличительной чертой современного — аксиоматического — подхода к HV-проблеме являются попытки расширения тех условий, при которых доказана теорема фон Неймана. Это касается, прежде всего, постулата взаимнооднозначного соответствия между самосопряженными операторами в H-пространстве и наблюдаемыми, а также принципа аддитивности наблюдаемых. В некоторых случаях предметом ревизии становится квантово-механический способ описания состояний и принцип их суперпозиции. Такой подход сводится, по существу, не к доказательству совместимости традиционной квантовой механики с гипотезой динамического-детерминистского дополнения, а к исследованию возможностей конструирования более слабых по сравнению с формулировкой в H-пространстве обобщенных моделей. Что касается идеи классической интерпретации квантово-механического измерения, она продолжает оставаться нереализованной и, судя по всему, нереализуемой.

На фоне того факта, что современная теоретическая физика продолжает развиваться, оставляя в своем глубоком тылу неразрешенные проблемы познавательного содержания нерелятивистской квантовой механики, своеобразный ренессанс, который переживает проблема ее полноты, весьма знаменателен. Дело в том, что, с одной стороны, в экспериментально доступных пределах справедливость квантовой механики не вызывает никаких сомнений. С другой стороны, усилия по созданию общей теории фундаментальных взаимодействий на основе соответствующих экстраполяций и модификаций ее принципов, хотя и не приводят к явным парадоксам, наталкиваются на серьезные трудности, которые не удается преодолеть единым способом. В таких условиях весьма естественно предположить, что по крайней мере некоторые из этих трудностей уходят своими корнями в концептуальные основы стандартной, нерелятивистской квантовой механики. Предпринимаются попытки снять эти трудности обходным маневром, путем создания обобщенных моделей, отличающихся от их традиционной формулировки.

Для „прямых“ усилий конструирования теории фундаментальных взаимодействий характерна „иммитация“ общего способа создания самой квантовой механики методом математической гипотезы. Но отказавшись от относительно априорного каркаса понятий, которым ограничена классическая физика, квантовая механика разрушила однородность описания наблюдаемого и ненаблюдаемого поведения микрообъектов. Изгнав нас, по-видимому, навсегда, из континуального рая классического описания, она коснулась проблемы возможного существования новой системы достаточно общих положений, способных принять на себя роль функционально-априорных ограничений всякого математического описания внешнего мира. К сожалению, однако, она оставила этот вопрос невыясненным. При всей своей существенности, разработанная Бором *концепция дополнительности фактически не идет дальше ка-*

чественного описания условий непротиворечивости применения квантово-механического формализма. В то же время снятие упомянутых априорных ограничений открывает практически необозримое поле возможных формальных структур. В таких условиях мало вероятно, что перейти к следующей ступени обобщения в теоретической физике удастся путем поисков, основывающихся на надежно установленных эмпирических данных, методом случайных проб достаточно всеохватывающего и эффективно работающего формализма, который дополнительно может быть наделен соответствующей эмпирической и категориальной интерпретациями. По-видимому, для того, чтобы метод математической гипотезы имел более реальные шансы на успех, необходимо сузить рамки формальных поисков до каких-то разумных пределов. Существуют серьезные основания полагать, что наиболее надежный, но одновременно и наиболее труднопроходимый путь в этом направлении пролегает через общий анализ измерения с целью установления тех априорных требований, которым должна удовлетворять любая фактульная теория.

Анализ познавательного содержания квантовой механики приобретает особое значение именно при отсутствии общей теории измерения (физического эксперимента), ибо он может привести к выявлению существенных для ее развития аспектов. Если, как отмечал Дайсон, создание будущей теории фундаментальных взаимодействий предполагает усвоение математических глубин существующих теорий, то к этому надо добавить, что путь к ней, несомненно, должен пройти и через исследование теоретико-познавательных глубин традиционной квантовой механики. Учитывая при этом, что она является адекватной феноменологией, мы не должны предварительно и жестко связывать вопрос об ее отношении к внешнему миру с гипотезой ее принципиальной неполноты. Даже если допустить, что в конце концов последняя окажется справедливой, для того чтобы она имела реальное эвристическое значение, ее правдоподобность должна быть обоснована в процессе самого гносеологического анализа. С точки зрения теории отражения гораздо более интересным и существенным является вопрос о возможной совместимости тезиса о максимальной полноте квантово-механического описания с материалистической „онтологией". Его суть состоит в том, можно ли интерпретировать специфику существующей теории как отображение реальных и именно структурных особенностей микромира. Это по существу проблема разработки последовательной диалектико-материалистической интерпретации стандартной квантовой механики. Для ее успешного решения необходимо, прежде всего, отказаться от претензии „полного понимания" содержания физической теории с точки зрения диалектико-материалистической философии и очертить достаточно точно пункты, требующие дальнейшего анализа. При этом нужно четко понимать, что получение нетривиальных результатов, могущих привести к взаимному обогащению физики и философии, следует ожидать на пути выяснения еще непреодоленных расхождений, трудностей.

3. Суперпозиция состояний и проблема реальности движения

Принцип неопределенности, который фиксирует в виде отрицательного утверждения внутреннюю связь между динамическим и геометрическим аспектами движения, хотя и представляет собой необходимое условие непротиворечивости квантовой механики, остается диструктивным по своему характеру и недостаточным для построения ее полной схемы. Несостоятельность континуального описания движения на основе понятия траектории имеет, однако, далеко идущие следствия. С формальной точки зрения безразлично, примем ли мы, что само понятие о способе осуществления данного события имеет смысл лишь при наличии условий идентификации фактической реализации с некоторым из возможных способов или что возможные способы осуществления событий образуют множество взаимно исключающих или взаимно интерферирующих альтернатив соответственно при фактическом наличии или отсутствии необходимых для наблюдения их реализации условий. В обоих случаях стандартная импликация — „если имеется несколько взаимно независимых способов наступления данного события, то вероятность его наблюдения равна сумме вероятностей, соответствующих осуществлению каждого из них“ — становится неприменимой к ненаблюдаемому движению микрообъектов. Отличие только в том, что в первом случае нужно считать лишенным смысла антецедент, а во втором — отказаться от универсальности классических законов вычисления вероятности.

Второй из этих подходов делает особенно прозрачной специфику основного положительного постулата квантовой механики — принципа суперпозиций состояний. Согласно этому принципу, если по отношению к заданной макрообстановке существует некоторая совокупность взаимно независимых возможных состояний движения[2] ($\psi_1, \psi_2 \ldots \psi_n$) микрообъекта, то любое его состояние (ψ) относительно той же обстановки может быть представлено как линейная комбинация этих состояний ($\psi = \sum_n C_n \psi_n$). Базисные состояния ψ_n определяются условиями наблюдения (типом измерительного прибора) и совпадают с собственными состояниями оператора, изображающего измеряемую переменную. Квадраты модулей комплексных коэффициентов C_n определяют вероятности наблюдаемых значений данной величины при ее измерении. Математический аппарат квантовой механики позволяет решить двойную задачу: а) достоверно предсказать набор возможных состояний с определенными значениями данной переменной и б) найти вероятности фактического наблюдения этих значений.

Если абстрагироваться от техники осуществления квантово-механического описания, то его способность, имеющая принципиальное значе-

[2] Мы будем говорить о состояниях движения, но сказанное в дальнейшем относится и ко всем прочим типам состояний (например, состоянию поляризации, спиновому состоянию и т. д.).

ние с теоретико-познавательной точки зрения, состоит в следующем: для справедливости квантово-механического принципа суперпозиции *возможные состояния движения, совпадающие с возможными способами осуществления данного наблюдаемого события, должны оставаться на протяжении всего опыта принципиально нереализуемыми.* Коэффициенты в линейной комбинации состояний движения имеют смысл амплитуд вероятностей, соответствующих потенциальным способам осуществления данного события, а не амплитуд вероятностей, с которыми эти способы реализуются. Вычисляемые в квантовой механике вероятности характеризуют реализуемость возможных событий, а не реализуемость возможных способов их наступления. Наблюдаемое событие (например, попадание электрона в заданную точку) в условиях не прерванного промежуточным наблюдением опыта, соответствует цельной ситуации, и получение правильного значения конечной вероятности на выходе эксперимента требует учета всех возможных способов его наступления при условии, что один из них не реализуется. Так, в случае рассмотренной выше схемы дифракции на двух отверстиях речь идет о вероятности попадания электрона в ту или другую точку экрана D при наличии двух возможных способов осуществления каждого такого события, а не о вероятностях его прохождения через некоторое из отверстий. Получение правильного значения конечной вероятности исключает как отдельную, так и совместную реализацию возможных состояний движения на протяжении опыта.

Своеобразие квантово-механического способа избежать парадоксов при помощи отнесения процесса движения к плоскости потенциального состоит в том, что, рассматривая наблюдаемые события как результат реализации объективно существующих возможностей, теория отказывается не только от описания, но даже от признания всякого процесса этой реализации. В этом смысле можно сказать, что с точки зрения квантовой механики наблюдаемые события и способы их осуществления рассматриваются как качественно различающиеся возможности — первые осуществляются в результате взаимодействия микрообъектов с приборами, а вторые (в общем случае) — остаются принципиально нереализуемыми, чистыми возможностями. Этому дуализму соответствует дуализм описания изменения квантово-механического состояния. Реализация возможности, то есть переход возможного в действительное в процессе измерения, описывается абсолютно случайной редукцией волновой функции дискретным изменением состояния (согласно терминологии фон Неймана, изменение „типа I“), которое не выводимо из уравнений движения. Эволюция неосуществленного (потенциального) состояния движения (изменение „типа 2“) описывается детерминистским по своей форме уравнением Шредингера.

Квантово-механический формальный метод обхода угрозы логических противоречий оставляет, однако, открытыми проблемы чрезвычайно общего характера.

Квантовая механика исходит из *независимости актуального и перманентного существования микрообъектов от измерительных приборов.* Несомненной очевидностью этого общего положения объяс-

няется факт, что оно не формулируется явно в виде отдельной аксиомы теории. Его непосредственным выражением является наличие таких свойств микрообъектов (масса, заряд), которые совершенно независимы от взаимодействий, имеющих своими результатами наблюдаемые события и характеризующихся вводимыми извне в формальную схему параметрами. Квантовая механика принимает также *пространственно-временную определенность актуального существования микрообъектов,* что находит формальное выражение в условии нормировки. Она признает и *актуальность движения в пространстве как совершившийся факт* в любой ситуации. В самом деле вероятностное описание, осуществляемое с помощью волновой функции, относится к наблюдаемым конечным результатам действительных взаимодействий микрообъектов со всевозможными приборами. Само осуществление этих взаимодействий предполагает реальность движения в пространстве. Так, например, выпущенный из G электрон не попал бы на D, не совершая реального движения в пространстве. Наблюдаемое специфическое распределение электронных попаданий при дифракции обязано, несомненно, тому, что на пути своего реального движения от G к D электрон взаимодействует с дифракционной решеткой.

Эффективность квантово-механического описания сама по себе не снимает вопроса о выяснении точного отношения весьма своеобразного способа преодоления логических парадоксов на формальном уровне к этим чрезвычайно общим положениям. Познавательный смысл того факта, что квантовая механика, принимая действительность существования микрообъектов, *описывает результаты их взаимодействий с макросистемами* в процессе реального, осуществляемого природой движения на языке чистых потенций, в настоящее время вряд ли более ясен, чем в период становления теории. Ссылки на принципиальное значение относительности к средствам наблюдения (измерения) мало что могут прояснить, коль скоро возможные состояния остаются недействительными по отношению к любому актуально действующему прибору, вплоть до акта регистрации. Что касается заключения, что поскольку ценой логической непротиворечивости является отход от непосредственного описания реального движения в пространстве и времени и потому квантовая механика должна быть принципиально неполной, то оно слишком тривиально для того, чтобы быть истинным. Есть основания полагать, что в специфике квантово-механического описания движения находит отображение его глубокая связь с самим способом существования объектов на уровне микромира. Это является конкретизацией положения теории отражения о том, что форма (способы, средства) отображения находится в зависимости от выражаемого в ней объективного содержания.

ГЛАВА 9

ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ЕЕ ОТРАЖЕНИЕ В ПОНЯТИЯХ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

1. Понятие физической реальности

Когда говорят о физической реальности, часто имеют в виду то обстоятельство, что существуют объекты физического исследования, реально описываемые теориями физики. При столь абстрактной постановке вопроса под проблемой физической реальности можно было бы понимать проблему существования в физике.

Недостатки такой постановки вопроса заключаются в двусмысленности используемого здесь понятия существования: очевидно, надо видеть различие между тем, что́ существует в сознании субъекта, и тем, что́ находится вне его сознания, то есть существует объективно реально.

В этом важном пункте научная теория, материализованная в некоторой знаковой системе, скажем, записанная на бумаге с помощью букв алфавита, принципиально ничем не отличается от той идеальной формы, в которой эта теория существует в голове субъекта. Поэтому с позиций ленинской теории отражения мы ставим перед собой задачу: говоря об отражении физической реальности в понятиях квантовой теории, найти различие между тем, что́ мысленно фиксировано (воспроизведено) в концептуальной системе данного раздела физики, и тем, что́ существует вне мысли, объективно реально.

Даже те, кто, по выражению Больцмана, хотели бы видеть в естественнонаучной теории только „дойную корову“ (прагматический подход), не могут отрицать, что теоретическое описание зависит от того, что́ существует до всякого писания. Всякий же непредубежденный исследователь (естествоиспытатель) постоянно держит предмет своего исследования как бы на „некотором расстоянии“ (слово, „предмет“ образовано от выражения „пред (собой) метать“), то есть, углубляясь в исследование предмета, он неуклонно проводит различие между тем, каков предмет, или объект, в мысли, и тем, каков он вне ее. Эта никогда не исчезающая разница дает нам право говорит о принципиальном наличии четкой гносеологической границы между явлениями сознания и явлениями внешнего мира.

Теперь зададимся вопросом о соотношении понятий физической реальности и внешнего (материального) мира. Физическую реальность

иногда понимают в смысле субъективной формы воспроизведения материального мира мыслящим субъектом как деятельным существом. Но поскольку деятельность носит двоякий характер — материальный и идеальный — апеллирование к деятельности в ее нерасчлененном виде дает тот „органический сплав" материального и идеального, при котором ни о материальном, ни об идеальном в отдельности говорить просто нет смысла. Это как раз тот случай, когда вопрос о гносеологической границе между субъектом и (материальными) объектами не ставится. А поэтому нам представляется, что такой ход мысли неправилен. В то же время, следуя основному тезису марксистской философии о соотношении материи и сознания, нельзя недооценивать активный характер отражения материального в сознании, фактор человеческой деятельности, в результате которой мир не только отражается, но и преобразуется.

Поэтому в рамках данного исследования при обосновании понятия физической реальности мы будем исходить из гносеологического соотношения „субъект-объект", основываясь на нижеследующих соображениях. Будем учитывать, что понятие субъекта не тождественно категории сознания точно так же, как недопустимо отождествление объекта и материи. Будем считать, что из категории материи понятие „объект" „вбирает" в себя только то, что на данном историческом этапе общественного развития становится предметом практической и теоретической деятельности людей. Объект, понимаемый в глобальном смысле как природа, вовлекаемая в практику людей, называется миром. Введение понятия мира как целостного объекта, противопоставленного субъекту, оказывается необходимым в связи с построением его структурных моделей, выступающих в качестве онтологических предпосылок логики. Нет необходимости доказывать, сколь важен учет этих предпосылок во всяком методологическом исследовании, если оно претендует стать на уровень достижений современной логики.

Физическую реальность можно определить как аспект (объективного) мира, изучаемого физикой. Чтобы такое определение не казалось тавтологичным, следует подчеркнуть, что особенность физики как науки заключается в том, что познание объектов ее исследования происходит относительно самостоятельно, исходя из данных самой этой науки, так что хотя влияние других наук на развитие физики не вызывает сомнений, но данные этих наук (например, психологии) не обязаны входить в ее теорию. Между тем, все прочие конкретные (естественные) науки, скажем, биология, не могут обходиться без данных физики. Это объясняется тем, что объекты исследования физики имеют фундаментальный характер и лежат в конечном счете в основе и биологических объектов исследования. По этой же причине едва ли целесообразно вводить в метатеорию в качестве философских понятий такие термины, как „биологическая реальность" и пр., хотя не приходится сомневаться, что предметы физики и биологии суть разные.

С другой стороны, в настоящее время было бы достаточно трудно обходиться без термина „физическая реальность". Несмотря на то, что многие авторы несколько расходятся в оценке его семантического зна-

чения, он занял прочное место в философии и методологии науки. Это обусловлено тем, что за ним стоит понятие, которое хотя и нельзя определить достаточно четко в короткой формулировке, но которое крайне необходимо при исследовании генезиса и развития материальных объектов.

Итак, мы задаем понятие физической реальности как то, что́ обозначает аспект объективного мира, существующего независимо от сознания субъекта. Тем самым принципиально решается в пользу материализма основной вопрос философии об отношении сознания к бытию. Но принципиальное решение вопроса о независимом (от сознания) существовании внешнего мира, о первичности материи по отношению к сознанию отнюдь не ведет автоматически к решению проблемы реальности существования тех или иных *отдельных* ингредиентов окружающей действительности, как они преломляются в сознании субъекта. В классической физике, которая имела дело в основном с макротелами, вопрос о наличии гносеологической границы между исследователем и исследуемым предметом решался просто: для того, чтобы сделать вывод об объективном существовании непосредственно воспринимаемых предметов окружающего мира, достаточно было исходить из принципиального решения основного вопроса философии в пользу материализма, т. е. достаточно было исходить из того, что наши ощущения и восприятия суть нечто большее, чем чисто субъективные ассоциации, не связанные с внешней реальностью. А практика на каждом шагу подтверждала и подтверждает правильность этого положения. „Для всякого естествоиспытателя, — писал В. И. Ленин, — не сбитого с толку профессорской философией, как и для всякого материалиста, ощущение есть действительно непосредственная связь сознания с внешним миром, есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания."[1] Но далее В. И. Ленин развивает более сильное положение материализма как исходное положение теории отражения: „Наши ощущения, наше сознание есть лишь образ внешнего мира, и понятно само собою, что отображение не может существовать без отображаемого, но отображаемое существует независимо от отображающего. „Наивное" убеждение человечества сознательно кладется материализмом в основу его теории познания."[2]

Факт существования различия между отображением и отображаемым как раз и свидетельствует о наличии между ними гносеологической границы. А поскольку отображение, о котором идет речь, не существует вне головы мыслящего мозга субъекта, эта граница так или иначе проводится между субъектом и объектом, существующим независимо от сознания субъекта.

---

[1] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 46.

[2] Там же, стр. 66.

2. Понятия физической реальности в классической и квантовой физике

Как же обстоит дело с гносеологической границей в квантовой теории и что нового в эту проблему внесла квантовая механика по сравнению с классической физикой? В классической физике концепты разума, или основные понятия теории соотносятся непосредственным и однозначным образом с измеряемыми свойствами наблюдаемых объектов. Другими словами, существует взаимнооднозначное соответствие или изоморфизм, между данными измерений. обозначаемых на рис. 1 буквами M_1,

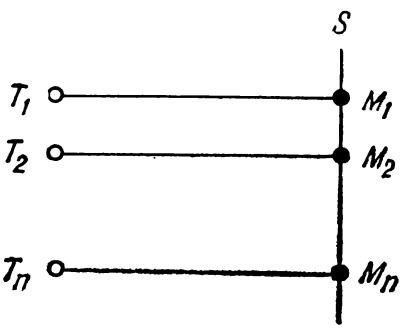


Рис. 1

$M_2, \ldots, M_n$ на вертикальной линии S и их десигнатами $T_1, T_2, \ldots T_n$, являющимися творениями разума. Так, например, мы можем описывать состояние однородной термодинамической системы, соотнося понятия ее температуры, объема и давления с соответствующими показаниями физических приборов.

В отношении схемы, изображенной на рис. 1, может возникнуть вопрос: что признать за первичную реальность в физике — область разума, т. е. область десигнатов $T_1, T_2 \ldots, T_n$ или область наблюдаемых $M_1, M_2, \ldots, M_n$, относящихся к внешнему миру? Мы знаем, что этот вопрос решается в зависимости от того, какого мировоззрения придерживается тот или иной исследователь — материалистического или идеалистического. Были, правда, и в настоящее время имеют место попытки проводить среднюю линию между материализмом и идеализмом посредством интерпретации данных естествознания в „позитивном" плане. Среди них, быть может, стоит отметить точку зрения американского исследователя Г. Маргенау, который впервые обрисовал четкое различие между семантическими схемами классической физики и квантовой механики. В отношении классической физики он замечает:

„... Если имеется изоморфизм между плодами разума и плодами наблюдений, кто может сказать, которые из них более важны? Область разума может рассматриваться как бесполезное удвоение эмпирических фактов и наоборот; с этой преимущественной позиции история философии погрязла в мелочах борьбы, борьбы, которая была обречена

наукой не иметь победы. Отсюда пренебрежительное безразличие Маха к этой проблеме традиционной философии было хорошо обоснованным"[3].

Так может рассуждать американский философ-реалист, сочувственно относясь к учению Маха именно потому, что он незнаком с ленинской теорией отражения. Тот частный случай изоморфизма, который мы разбираем, ни в коей мере не исчерпывает сущности материалистической теории познания. Ибо в общем случае познавательной деятельности никакого изоморфизма a priori не существует. Если же он устанавливается между отображением и отображаемым на том или ином этапе познавательной деятельности, то не иначе, как проходя через вереницу ошибок и заблуждений, устранение которых ведет через ступени относительной истины к истине абсолютной.

Однако схемой рис. 1 все же можно воспользоваться, чтобы ярче оттенить положение вещей в квантовой теории, сравнив ее со схемой рис. 2. Отложим на линии S, как и в первом случае, данные измерений. Можем ли мы их соотнести однозначным образом с десигнатами,

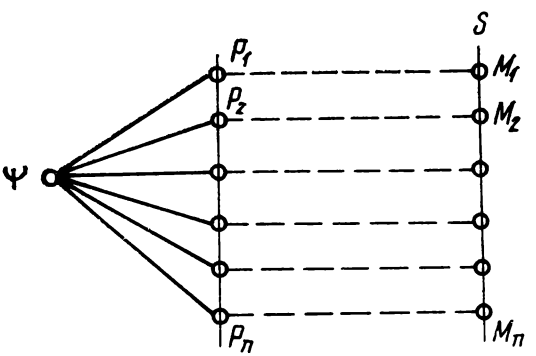


Рис. 2

описывающими состояния физической системы? Оказывается, таких десигнатов в квантовой механике не существует. Каждому результату измерения M_1, M_2 ..., M_n сопоставляется *лишь* вероятность получения в процессе данного измерения того или иного значения наблюдаемой. Состояние же физической системы описывается символом ψ, из которого извлекается весь спектр вероятностей P_1, P_2, ..., P_n.

Может возникнуть вопрос, на каком основании состояние физической квантовой системы мы пытаемся характеризовать вектором ψ? На это следует ответ, что он дает возможность при решении соответствующего уравнения предсказывать результаты измерений, точнее говоря, их вероятности на сколь угодно большой период времени вперед, в течение которого система предоставлена сама себе; причем степень

---

[3] Henry Margenau. Measurements and Quantum States: Part 1, „Philosophy of Science", vol. 30, N 1, 1963, p. 3.

их предсказуемости не меняется с течением времени. В этом смысле (в смысле предсказуемости поведения физической системы в будущем) описание состояний движения в квантовой теории аналогично описанию состояния движения в классической физике. Возникает парадоксальная ситуация: с одной стороны вектор состояния ψ описывает состояние движения системы; с другой стороны, его компоненты не отражают показания приборов, с которых снимаются непосредственные значения характеристики той же системы. В этой ситуации вопрос о гносеологической границе лишается тех очевидных опорных пунктов, которые предоставляла в наше распоряжение классическая физика. Заранее не ясно, например, куда отнести линию $P_1 P_n$: к области физической реальности или к области разума? Вопрос об этой линии не столь случаен, как может показаться на первый взгляд. В анализе понятия вероятности, возможно, содержится метод восстановления гносеологической границы в квантовой физике, хотя эту границу и нельзя будет представить столь простым образом, как в случае классической физики, т. е. в виде линии, делящей плоскость чертежа на рис. 2 на две части.

3. О вероятностных и статистических видах описания

В соответствии с достижениями современной теории вероятности и индуктивно-вероятностной логики будем проводить различие между двумя видами описаний, используемых в теоретических системах: вероятностных и статистических. Весьма общая характеристика вероятности, используемая при попытках создать аксиоматизированную систему индуктивно-вероятностной логики, заключается в том, что под вероятностным описанием понимается высказывание, содержащее в качестве квалификатора, т. е. слова или фразы, квалифицирующих высказывание, термин „вероятность“ или эквивалентное эму выражение.[4] Вот примеры таких высказываний:

1) *Вероятно,* завтра будет дождь.
2) *С вероятностью* $^1/_2$ брошенная монета упадет на орла.
3) *Вероятно,* некоторые виды нематодов — хищники.

Термин „квалификатор“ (от англ. qualifier) вводится по аналогии с термином „квантификатор“ или „квантор“ (от англ. quantifier). В очень общем виде теория вероятностных описаний, могущих быть представленными как функции двух различных переменных c (h, e), построена Кейнсом, Джеффри, Карнапом. В логическом исчислении высказываний переменные (h, e) должны быть переменными пропозициональных функций. Точно также при аксиоматическом построении теории вероятности в математике вводится функция от двух переменных P (a, b), хотя в общем случае вероятностные системы могут оказаться более сложными по количеству и качеству входящих в них переменных и параметрических величин.

[4] См. Б. Н. Пятницын. К проблемам вероятностных и статистических логик. В сб. „Неклассическая логика“, М., 1970.

Под статистическим описанием неопределенностных ситуаций понимается высказывание, которое, являясь верным в отношении некоторой совокупности объектов, может быть верным, неверным или даже бессмысленным в отношении отдельных составляющих этой совокупности индивидов. Это определение, приведенное Б. Н. Пятницыным в указанной статье, иллюстрируется следующими примерами:

4) Газ в данном сосуде ионизирован на 90%.

5) На каждые 418 человек в СССР приходится в среднем один врач.

6) Большинство завистников — ненавистники (Аристотель).

7) Средний рост англичанина равен x см.

Нетрудно видеть, что высказывания (4), (5), (6) являются бессмысленными в отношении каждого из индивидов соответствующей совокупности, а высказывание (7) будет верным или неверным для того или иного англичанина.

Между двумя видами приведенных описаний существует определенная связь, содержание которой вскрывается на основе теоремы больших чисел. Теория вероятностных описаний на основании закона больших чисел получила возможность оперировать с количественной мерой вероятности. С другой стороны, теория статистических описаний получила возможность строиться на основе замены статистических распределений вероятностными. Во всяком случае математическая статистика преимущественно занимается анализом связи частот событий с их вероятностями, рассматривая возможность и условия замены статистического распределения вероятностным.

Данный экскурс в теорию вероятностных и статистических описаний важен для нас по следующей причине. Во всех случаях применения теории вероятности в физике количественная мера вероятности вычисляется на основе статистических испытаний. Этот внешний факт иногда затемняет собой то важное обстоятельство, что вероятность может иметь свое оригинальное (по крайней мере, качественное) происхождение, независимое от статистики, или относиться к частному случаю последней, когда вероятностно-статистическое описание, верное в отношение некоторой совокупности объектов, может оказаться верным по своему вероятностному основанию в отношении отдельных объектов совокупности.

С переходом к физической теории мы далее увидим, что все вышесказанное поможет более четкому уяснению вопроса о различии двух видов вероятностей — сводимых и несводимых.

4. Сводимые и несводимые вероятности в описании физических систем

В физике принято выражать вероятностно-статистические закономерности в терминах событий. В таком случае можно говорить о вероятности наступления того или иного события. Так, при бросании монеты вероятность события, при котором монета упадет вверх орлом, равна

$\frac{1}{2}$. Статистическая совокупность, при которой события происходят независимо друг от друга одновременно в разных точках пространства, называется пространственным ансамблем. Если независимые друг от друга события происходят последовательно друг за другом во времени, ансамбль событий называется временным.

Как известно, доквантовая физика широко использовала вероятности, особенно в таких разделах, как кинетическая теория газов, статистическая механика и, отчасти, гидро- и аэродинамика. Но для всех этих вероятностей характерно так называемое условие „податливости" или адаптации к опытным ситуациям. Это значит, что в зависимости от известного количества опытных данных мы можем переходить от одного вероятностного распределения к другому, от менее определенного к более определенному, выбирая из данного исходного ансамбля событий подансамбли. Так, например, максвелловское распределение, имеющее вид $w(v)\,dv = cv^2e^{-\alpha v^2}dv$, представляет собой относительное число молекул, обладающих скоростью в пределах от v до $v+dv$ и содержащихся в некотором закрытом объеме. Но это вероятностное распределение можно свести к другому, если открыть щель в сосуде и выпускать молекулы в виде пучка, а затем пучок пропустить через детектор скорости и т. д. В последнем случае из всего ансамбля молекул мы можем выбрать подансамбль частиц, скорость которых будет не ниже заданной. В пределе мыслима ситуация, когда вероятности всех событий ансамбля станут достоверными предсказаниями. По этому поводу Г. Маргенау пишет следующее: „В итоге мы можем сказать, что классическая механика не включает в себя вероятности, но имеет предсказательную силу и остается свободной от противоречий. Статистическая физика (мы исключаем в этом месте квантовую механику) включает в себя вероятности. Однако эти вероятности являются адаптируемыми к опытным данным; ими можно активно манипулировать; они меняются от одной ситуации к другой и могут, в частности, превращаться в достоверные данные. Мы будем называть их сводимыми"[5].

Что касается квантовой теории, то используемые в ней вероятности имеют тенденцию сопротивляться подобной сводимости, и их поэтому называют *несводимыми*. Что же это за несводимые вероятности? Прежде всего следует уточнить, что речь идет о вероятностях, присущих так называемым *чистым* состояниям элементарной квантовой механики, т. е. тем состояниям, которые могуть быть описаны с помощью *одного* вектора состояния, или волновой функции ψ. Это как раз тот особый случай толкования вероятности, который при стандартной интерпретации квантовой механики у В. А. Фока нашел разрешение на основании введения понятия потенциальных возможностей. „В квантовой механике, — говорит В. А. Фок, — понятие вероятности первичное, и оно играет там фундаментальную роль."[6]

---

[5] Henry Margenau. Mesurements and Quantum States; Part. 1, „Philosophy of Science," vol. 30, N 1, p. 8.

[6] В. А. Фок. Об интерпретации квантовой механики. В

Если сопоставить философские категории, которые согласуются соответственно со статистически-частотной интерпретацией, и собственно квантово-механической интерпретацией, то в первом случае мы должны будем назвать категорию случайности, а во втором — категорию возможности. Это как раз тот случай, когда описание неопределенностной ситуации, совпадающее по внешней форме со статистическим (см. предыдущий параграф), оказывается верным в отношении отдельного объекта

Вот как В. А. Фок объясняет новую ситуацию более детально. Распределения вероятностей выражаемые параметрически через одну и ту же волновую функцию, не зависят от заключительной стадии опыта, соответствующей редукции волновой функции и тем самым являются объективной характеристикой состояния объекта. А главное сводится к следующему: „Описываемое волновой функцией состояние объекта является объективным в том смысле, что оно представляет объективную характеристику потенциальных возможностей того или иного результата взаимодействия атомного объекта с прибором. В этом же смысле оно относится именно к данному единичному объекту. Но это объективное состояние не является еще действительным в том смысле, что для объекта в данном состоянии указанные потенциальные возможности еще не осуществились. Переход от потенциально возможного к осуществившемуся, к действительному, происходит в заключительной стадии опыта. Для статистической характеристики этого перехода (имеется в виду вычисление количественной меры вероятности — ред.), т. е. для получения соответствующего распределения вероятностей, необходима уже серия измерений; распределение вероятностей получается после статистической обработки этой серии измерений“[7].

Теперь мы уже весьма близко подошли к той грани, за которой открывается способ проведения гносеологической границы между десигнатами и денотатами квантовой теории. В самом деле, в отличие от классической физики, где редукция вероятности объясняется получением нового знания, а сама вероятность имеет субъективно-психологическое значение, *в квантовой механике вероятность имеет объективное значение;* она характеризует потенциальные возможности, присущие квантовому объекту и реализуемые в определенных физических условиях.

На этом можно было бы считать поставленную проблему в значительной мере решенной, если бы не одно коварное обстоятельство. Дело в том, что мы пока рассмотрели только так называемые чистые состояния элементарной квантовой механики, которые являются, вообще говоря, лишь предельными случаями, возможно даже идеальными, в контексте полной квантовой теории, или статистической квантовой физики. В рамках последней используются как несводимые, так и сводимые вероятности. Вопрос заключается в том, можно ли между ними провести резкую грань.

кн.; „Философские проблемы современного естествознания“. М., 1959, стр. 166.

[7] Там же, стр. 167.

5. Понятия чистого и смешанного ансамблей и проблема объективного описания

Чистый ансамбль в квантовой теории определяется тем условием, что никакое уточнение опытных данных физической ситуации не может привести к выделению из него других подансамблей. Напротив, смешанным ансамблем пользуются тогда, когда почему-либо нехватает знаний для того, чтобы разделить его на чистые подансамбли. Смешанный ансамбль теоретически представляется так называемой *смесью* волновых функций или (математически) матрицей плотности, причем каждая волновая функция входит в смесь со своим определенным статистическим весом. Вероятностное распределение статистических весов представляет собой как раз совокупность *сводимых* вероятностей, т. е. тех самых вероятностей, *которые определяют меру нашего знания (или незнания) в отношении физической системы*. Таким образом, с формальной точки зрения имеется возможность изображать разными математическими средствами чистые состояния и их смеси и тем самым дифференцировать вероятности объективные и вероятности субъективно-психологического плана.

Такая точка зрения, однако, подвергается сомнению многими крупными исследователями и в первую очередь представителями копенгагенской школы. Эти авторы считают, что фактически не существует резкого (скачкообразного) перехода между вероятностями чистого состояния и вероятностями смеси. Рассматривая знаменитый опыт Штерна-Герлаха с целью проанализировать экспериментально осуществимый способ, позволяющий отличить вектор состояния, следующий из ортодоксальной теории, от более наглядной смеси состояний, Е. Вигнер ставит два вопроса. Во-первых, существует ли принцип, согласно которому в более сложных случаях нельзя провести различия между вектором состояния (чистый случай) и смесью состояний? Во-вторых, существует ли непрерывный переход между вектором состояния и смесью состояний, т. е. переход от более простых случаев, когда в результате взаимодействия между объектом измерения и измерительным прибором возникает вектор чистого состояния, к более сложным и более реалистичным случаям, когда истинное состояние системы „объект плюс прибор“ больше напоминает смесь состояний?[8]

Если на оба эти вопроса дать положительные ответы, тогда вероятность объективного описания и вероятность субъективного плана сольются в один неразрывный органический сплав, и ни о какой гносеологической границе речи быть не может. Анализируя опыт Штерна-Герлаха, Е. Вигнер приходит к выводу, что даже в столь простом случае отличить чистый вектор состояния от смеси невозможно. Мы не будем описывать заново анализ этого опыта. Отсылая заинтересованного читателя к оригинальной статье Вигнера, ограничимся только одним существенным замечанием. Разделяя первоначальный пучок частиц в поле магнита на два пуч-

[8] Е. Вигнер. Проблема измерения. В кн.: „Этюды о симметрии“, М., 1971, стр. 148—149.

ка в зависимости от направления их спинов (реализация смеси), а затем сводя их вместе с помощью другого магнитного поля и допуская возможность их интерференции, автор, по-видимому, упускает из виду то обстоятельство, что при действительном измерении о наличии частиц в двух компонентах разделенного пучка мы можем судить не с помощью некоего мысленного их осознания, а с помощью физической регистрации, при которой происходят необратимые процессы. После же необратимых процессов говорить о первоначальной возможности интерференции частиц не имеет смысла.

В этом месте мы подходим к важному понятию редукции волновой функции или волнового пакета. Весьма существенно понять, что переход от потенциальных возможностей к достоверному результату измерения представляет собой *физический процесс, а не некое мысленное осознание такого результата.* Неучет этого обстоятельства привел Вигнера к тому, что и на второй вопрос он дал положительный ответ.

6. Понятия макроприбора и наблюдателя и описание микрообъектов

Пожалуй, наиболее четкое разъяснение смысла ортодоксальной точки зрения на интерпретацию квантовой механики находим мы у В. Гейзенберга. „Хорошо известно, — пишет Гейзенберг, — что в копенгагенской интерпретации стягивание волновых пакетов появляется всегда, когда завершается переход от возможного к действительному (на формальном языке всегда для статистической смеси состояний), т. е. когда действительное выбирается из возможного, что согласно обычной терминологии делает „наблюдатель". В основе этого лежит предположение что интерференционные члены в действительном эксперименте погашаются неопределенными взаимодействиями измеряющего прибора с системой и остальным миром (на формальном языке — взаимодействие производит „смесь")."[9] Заметим по ходу изложения, что в отличие от Гейзенберга В. А. Фок говорит не о *выборе* действительного из возможного, а о *переходе* возможного к действительному, и проследуем за мыслью Гейзенберга дальше. Если система, продолжает он развивать свои соображения, взаимодействует с внешним миром, то возможно лишь представление ее с помощью матрицы плотности, ибо „детали внешнего мира" нам неизвестны. Если система замкнута, то при некоторых обстоятельствах может встретиться, по крайней мере, приближенно, „чистый случай", и тогда она может быть представлена вектором состояния в гильбертовом пространстве. В этом частном случае представление целиком „объективно", т. е. уже не содержит черт, связанных со знаниями наблюдателя; но оно в то же время совершенно абстрактно и непостижимо, поскольку разные математические выражения $\psi(q)$,

[9] В. Гейзенберг. Развитие интерпретации квантовой теории. В сб. „Нильс Бор и развитие физики", М., 1958, стр. 41.

$\psi(p)|$ и т. д. не относятся к реальному пространству или реальному свойству. Можно сказать, следовательно, что оно вообще нефизично. С этой точки зрения нужно учитывать взаимодействие системы с измерительным прибором и применять статистическую смесь в математическом описании бо́льшей системы, состоящей из рассматриваемой системы и измерительного прибора.

Таким образом, Гейзенберг приходит к выводу о невозможности разделить чисто субъективные и объективные черты в поведении физической системы, ибо чистое состояние, по его мнению, — это тот идеальный случай, который никогда не реализуется в объективной действительности. В самом деле, пишет Гейзенберг, „может показаться, что в принципе этого можно избежать, если удастся полностью изолировать от внешнего мира, как целое, систему и измерительный прибор. Однако Бор правильно указал, что во многих случаях одним из необходимых условий для выполнения измерительным прибором своей функции является связь его с внешним миром."[10] А так как внешний мир включает и наблюдателя, регистрирующего то, что происходит в действительности, то наблюдатель, по образному выражению М. Борна, является не только зрителем, но и участником разыгрываемой драмы событий. Гейзенберг в связи с этим подводит окончательный итог развиваемым соображениям следующим образом: „Поэтому сложная система, состоящая из данной системы и измерительного прибора, математически описывается статистической смесью волновых функций, и, таким образом, содержит также рассмотренные ранее утверждения о знаниях наблюдателя. Если наблюдатель затем зарегистрирует определенное поведение измерительного прибора как происшедшее в действительности, он тем самым скачком изменит математическое представление, ибо докажет, что из разных возможностей реальна лишь одна. Прерывное стягивание волновых пакетов, которое не может быть выделено из уравнения Шредингера, является поэтому следствием перехода от возможного к действительному в точности так же, как в термодинамике Гиббса"[11]. Другими словами, по Гейзенбергу, весь вопрос упирается в наличие сводимых вероятностей.

Попытаемся теперь разобраться в существе изложенных положений. Во-первых, можно поставить вопрос в более категорической форме: является ли *необходимым* условием перехода от возможного к действительному наличие наблюдателя? Другими словами, может ли происходить редукция волновых пакетов без него? То, что наблюдатель относится к внешнему миру, с которым связан прибор, ни у кого не вызывает сомнений. Но является ли его (наблюдателя) роль здесь решающей? По-видимому, Гейзенберг никогда не давал на столь категорический вопрос столь же категорический ответ в позитивном плане. Более того, мы находим на той же странице у него весьма важную оговорку: „Конечно, — замечает он, — вполне можно представить себе, что этот

---

[10] В. Гейзенберг, Развитие интерпретации квантовой теории. Там же, стр. 41—42.

[11] Там же, стр. 42.

переход происходил когда-то раньше, поскольку сам наблюдатель *не вызывает* (курсив наш—ред.) перехода; но этот переход не может совершиться в то время, когда сложная система была еще изолирована от внешнего мира, ибо такое предположение было бы несовместимо с применимостью квантовой механики к замкнутой системе"[12].

Последнюю фразу следует разъяснить отдельно. О применимости квантовой механики к замкнутой системе речь идет в том смысле, что такая система допускает описание своей эволюции в то время, когда она предоставлена „самой себе", с помощью уравнения Шредингера. Это значит, что нельзя представлять себе дело таким образом, что исследуемая система из-за связи с внешним миром постоянно „коллапсирует". С другой стороны, даже сам Гейзенберг вынужден признать, что наличие наблюдателя вовсе не являетея необходимым условием для редукции волновой функции, или, лучше сказать, для перехода от возможного к действительному, придавая этим понятиям онтологическое значение.

Отсюда, мы должны сделать совершенно определенный вывод: *переход от возможного к действительному является объективным фактом; он совершается независимо от сознания наблюдателя. В основе редукции волновых пакетов лежат необратимые процессы, которые могут происходить в природе независимо от того, наблюдает их кто-либо или нет.* Но все это имеет место как раз именно потому, что существует сложная связь системы с измерительным прибором или с макрообстановкой, а через последние со всем остальным миром. Необратимые процессы поэтому носят сугубо макроскопический характер. Активность субъекта в этой области экспериментальной деятельности проявляется в том, что он в соответствии со своей волей и стоящими перед ним целями может создавать такую макрообстановку с помощью приборов, в которой можно менять интенсивность необратимых процессов, управлять их тенденциями, действуя макроскопическими полями на лежащие в их основе обратимые процессы, подчиняющиеся волновому уравнению.

Надо сказать, особую роль *необратимых усилительных процессов* в познании явлений микромира подметили многие физики, в том числе и сторонники копенгагенской интерпретации квантовой механики. В этом смысле показательно следующее высказывание Н. Бора: „Необратимые усилительные эффекты, на которых основана регистрация наличия атомных объектов, не вносят при этом никаких особых затруднений, а только напоминают нам о том, что *само понятие наблюдения связано с существенной необратимостью* (курсив наш — ред.). Описание атомных явлений имеет в этом отношении объективный характер в том смысле, что обходится без всякой ссылки на какого-то индивидуального наблюдателя; по этой же причине передача информации не связана с какой-либо неоднозначностью, если только учитывать требования теории относительности"[13].

---

[12] В. Гейзенберг. Развитие интерпретации квантовой теории, стр. 42.

[13] Н. Бор. Квантовая физика и философия. „Вопросы философии", 1964, № 8, стр. 55.

К сожалению, этому важному обстоятельству до сих пор не было придано решающего гносеологического значения. Мы же говорим, что представление чистого состояния имеет объективные предпосылки не потому, что система может быть идеально изолирована от внешнего мира, а как раз наоборот, потому что система находится в сложной связи с прибором и внешним миром, и эта связь реализуется в определенных условиях в необратимых процессах. Следовательно, логический переход к чистому состоянию совершается не путем абстрагирования от всякой связи вообще, а путем представления условий, в которых необратимые процессы не происходят или они несущественны для данного эксперимента. Отсюда мы должны признать двойственный характер протекания микроявлений в связи с двумя способами изменения вектора состояния. И хотя Вигнер утверждает, что „этот дуализм имеет мало общего с часто обсуждаемым дуализмом волна — частица,[14] мы должны согласиться, что это именно так с той, правда, существенной оговоркой, что волновой аспект микрообъектов вовсе нельзя наглядно связать с распространением волны в обычном трехмерном пространстве. Процессы типа I—каузальные, волновые, как их идентифицирует Джон фон Нейман; они, в отличие от процессов типа II—каузальных, корпускулярных, — описываются в абстрактном многомерном конфигурационном пространстве.

* * *

В заключение вернемся к нашим исходным установкам относительно двух разных видов вероятностей и сформулируем более четко положения, касающиеся проведения гносеологической границы в квантовой теории. Выше мы указывали, что частным случаем адаптации сводимой вероятности является переход к достоверному событию. Например, мы говорим, что априорная вероятность выпадения монеты на орел равна $\frac{1}{2}$. Если монета несимметрична, эту вероятность мы можем рассчитать более точно: если она окажется равной $\frac{1}{4}$, то вероятность выпадения монеты на решетку увеличится и станет равной $\frac{3}{4}$. Наконец, мы можем провести испытание и прийти к достоверному заключению относительно того факта, что монета выпала на решетку. В этом случае мы имеем процесс стягивания вероятности к единице или нулю. Но ясно, что этот процесс не имеет физического значения, он связан с получением наблюдателем определенной информации.

Для несводимых вероятностей тоже имеет место процесс перехода от вероятного к достоверному. Например, электрон обладает целым спектром вероятностей для проявления того или иного значения импульса. В результате измерения, когда мы получаем одно достоверное значение импульса, спектр вероятностей сводится к единице. Есть ли разница между редукцией вероятности в первом случае и втором? В

[14] Е. Вигнер. Проблема измерения, стр. 142—143.

первом случае мы можем в принципе столь точно заранее рассчитать условия эксперимента с монетой, что выпадение орла с вероятностью, равной единице, станет фактом независимо от испытаний. Во втором случае никакие расчеты не помогут: только тогда, когда произойдет необратимый процесс, мы можем фиксировать то или иное событие как достоверное.

Таким образом, представляется возможность провести резкую разграничительную грань *между сводимыми вероятностями смешанных состояний и несводимыми — чистых состояний.* Отсюда становится ясно, как проводится гносеологическая граница между тем, что́ реализуется в экспериментальной ситуации независимо от сознания субъекта, и тем, что́ происходит в его сознании.

И последнее немаловажное замечание. Редукция волновых пакетов никоим образом не связана с выбором чистого состояния среди компонент матрицы плотности, как это представляют себе некоторые авторы. Напротив, о существовании чистого состояния мы делаем заключение по результату редукции, т. е. вектор состояния предшествует редукции и функционирует лишь до тех пор, пока не произведено измерение. После этого волновая функция, как подчеркивал В. А. Фок в своем известном письме к Аронову и Бому, должна быть вычеркнута, она уничтожается.[15] При таком подходе к интерпретации квантовой механики само собой разумеется, что *необратимый процесс не может быть описан внутренними средствами этой теории,* в противном случае получился бы порочный круг: редукцию волновой функции мы вынуждены были бы объяснять на основании необратимых процессов, а последние — через редукцию вектора состояния, если не смотреть на редукцию в субъективно-психологическом плане.

Подводя итоги, следует заметить следующее. Способ восстановления гносеологической границы между субъектом и микрообъектами основанный на анализе понятия вероятности, затрагивает достаточно тонкие черты квантовой теории и, возможно, „очерчивает" гносеологическую границу наиболее четким образом. Однако он не является единственно возможным. К вопросу об объективном существовании микрообъектов можно подходить с разных сторон. В частности, можно указать на то обстоятельство, что не все характеристики квантового объекта попадают в класс потенциальных возможностей и исчерпываются во взаимодополнительных (взаимоисключающих) отношениях (к макроприбору). Напротив, у него остаются такие свойства (например, электрический, барионный заряды и т. п.), которые являются актуальными „носителями" потенциальных возможностей. Уже отсюда напрашивается вывод, что *микрообъект есть нечто большее, чем простая совокупность событий,* эквивалентная тому или иному состоянию макрообстановки, макроприбора и, наконец, органов восприятий или ощущений субъекта.

---

[15] В. А. Фок. Еще раз о соотношении неопределенности для энергии и времени (Ответ Аронову и Бому), УФН т. 86, вып. 2, 1965.

ГЛАВА 10

ПРОБЛЕМА ОБОСНОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ И ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ

Опытное обоснование физического знания — существенная компонента деятельности самого ученого-естествоиспытателя. Однако поиски точных критериев и способов установления объективного характера знания — задача собственно методологии науки. На логико-методологическом уровне, где исследуется движение научного знания к истине, создают модель процедуры обоснования. Методологическая модель связана с определенной идеализацией и упрощением реального хода познания. В то же время обязательным требованием к ней является ее применимость к познанию. Помещенная обратно, в реальную научную практику, она должна „работать", служить эффективным методологическим орудием познающего субъекта.

Очевидна зависимость создаваемой модели от исходных гносеологических предпосылок ее построения. Выработка адекватных критериев обоснования теснейшим образом связана с тем, как трактуется природа научного знания (обосновываемого) и что берется при этом в качестве основания. Цель настоящей главы состоит в том, чтобы, опираясь преимущественно на материал физических наук и критический анализ позитивистских тенденций науки на Западе, показать, что единственно верной теоретико-познавательной основой решения рассматриваемой проблемы является диалектико-материалистический принцип единства деятельности, активности субъекта и относительной адекватности отражения в его социальной обусловленности.

1. Значение гносеологических предпосылок: природа обосновываемого

Трактуя природу познавательного процесса, материалистическая диалектика исходит из того, что процесс познания представляет собой активную, творческую деятельность, цель которой — отражение действительности.

Однако научное отражение действительности не является простым копированием ее, как это представлялось сторонниками наивно-реалистической точки зрения. Последняя не учитывает важнейшую особенность теоретического знания: непосредственным референтом теории выступают не эмпирически данные материальные предметы, а их

особые представители (отображения) — внутритеоретические объекты знания. Поэтому для воспроизведения изучаемого фрагмента реальности в форме объективного знания должна быть проделана предварительная работа по созданию этого теоретического объекта — непосредственного предмета теории. В классической физике формой деятельности по „созданию предмета“ теории являлись идеализация и схематизация реальных объектов и мысленное оперирование ими в идеализированных условиях. „Материальные точки“, „абсолютно твердые тела“ классической механики, „идеальные газы“ кинетической теории газов, равно как и „абсолютно черное тело“ классической электродинамики в действительности как таковые не существуют. Но именно они выступают непосредственными референтами соответствующих теорий, их поведение в идеализированных условиях описывают принципы классической науки.

Исторически наивный реализм был тесно связан с одной особенностью классического периода науки: материальные объекты для большей части теорий этого периода были непосредственно наблюдаемы. В связи с этим в методологических рассмотрениях деятельность по созданию предмета знания могла либо вообще игнорироваться, либо рассматриваться только как вспомогательная; после экспериментирования с идеализированными заместителями реального референта мышление вновь возвращалось к самому реальному референту. Возникала почва для отнесения высказываний теории непосредственно к самой действительности, к предметам, существующим вне практической и познавательной деятельности.

Наивный реализм оказался бессильным перед новой познавательной ситуацией, сложившейся в современной науке. Переход к изучению ненаблюдаемых микрообъектов сопровождался разрастанием теоретического аппарата научного знания, все большим удалением его от данных экспериментов и наблюдений, интенсивной математизацией. Особенность современного периода науки в том, что в знании превалирующими становятся элементы, связь которых с опытом все сложнее опосредована, что до некоторой степени объясняется необходимостью заимствовать средства для познания усложняющегося объекта действительности из математики. Приобщающийся к современной науке индивид имеет дело прежде всего с миром математических символов и уравнений, с разветвленным теоретическим аппаратом научных систем, посредством которых конструируются объекты знания. И если не иметь в виду реальности приборов и материала наблюдений (которые выступают скорее средствами познания), символы, формулы и абстрактный концептуальный аппарат оказываются единственной реальностью, с которой имеет дело естествоиспытатель. Материальный референт современных теорий остается ненаблюдаемым. Он замещается гипотетическим конструктом, которым оперируют ученые в своей деятельности.

Очевидно, в современной науке говорить об отражении в смысле прямого копирования совершенно бессмысленно. Создание релятивистской и квантовой физик остро поставило перед естествоиспытателя-

ми вопрос о сущности теоретического знания, о природе принципов теорий и их отношении к действительности. Не случайно именно в современной науке становится актуальным установление контроля над верхнеэтажными уровнями знания, главная задача которого — элиминировать, устранить „выдуманные“ объекты. Не менее важной оказывается задача определения характера тех модификаций, которые претерпевают теории в ходе развития науки — во избежание тех из них, которые „подштопывают“ уже вышедшую за границы своей применимости теорию. В классической физике теоретические законы и концепции полагались обоснованными, если удавалось получить из них эмпирически подтверждающиеся следствия. Здесь объективировалась *каждая* компонента теории. В современной физике, с увеличением числа теоретических объектов, связь с опытом которых далеко не очевидна, отыскание эмпирического основания для идеальных объектов становится важной составной частью процедуры обоснования, дополняющей поиски эмпирически подтверждающихся следствий.

Логический позитивизм, возникший в период становления новейшей физики, считает решение этой проблемы своей основной задачей. Выполнить ее, однако, позитивизм оказался не в состоянии, поскольку основная посылка, неявно кладущаяся им в основу рассуждений, находилась в противоречии с действительным положением дел в науке. Логический позитивизм исходил из содержательной тождественности обосновываемого и основания (различия усматривались только в форме выражения), что при условии сведения основания к эмпирическим данным приводило к отрицанию какой бы то ни было специфики теоретического содержания научных систем.

Наиболее очевидна попытка устранить эту специфику в концепциях раннего неопозитивизма. Здесь научными и эмпирически значимыми полагались те элементы теоретического знания, которые удавалось представить как сочетания непосредственно данного в „опыте“ и языке. Определенное влияние эти концепции оказали и на естествоиспытателей. Вернее, влияние было в данном случае взаимным. Формулируя получившее в то время хождение в среде физиков начало принципиальной наблюдаемости, В. Гейзенберг утверждал, что для описания физических явлений должны применяться лишь целиком основанные на опыте понятия[1]. При этом многие физики полагали, что понятое таким образом начало выполняет в познании важную эвристическую функцию, детерминируя синтез теоретических систем. И на первый взгляд подобное утверждение выглядело как обобщение опыта физического познания.

В самом деле, исключение понятия абсолютной одновременности, не определяемой операционально, привело Эйнштейна к созданию специальной теории относительности. Аналогичная процедура, проведенная В. Гейзенбергом по отношению к понятиям „орбита“, „одновременное значение координаты и импульса“ (в области микроявлений)-

[1] В. Гейзенберг. Физические принципы квантовой теории. М. — Л., 1932, стр. 9.

способствовала формулировке им матричной формы квантовой механики. Вместе с тем подобное толкование рассматриваемого методологического принципа находилось в смущающем противоречии с тем обстоятельством, что ни одна из современных физических теорий не обходится без величин, не имеющих непосредственного операционального определения. Так современная теория элементарных частиц использует для описания взаимодействия понятия виртуальных частиц, связь с экспериментом которых довольно опосредствована: по сути дела экспериментально измеримыми оказываются только сечения рассеивания частиц, которое совершается через посредство виртуальных. Даже квантовая механика, создание которой проходило как будто бы под непосредственным влиянием концепции наблюдаемости, не свободна от подобных величин. Шредингеровский вариант квантовой механики оперирует волновой функцией, для которой экспериментально определимым оказывается только квадрат модуля. В матричной форме квантовой механики такими величинами выступают дискретные энергетические состояния, так как действительно экспериментально определяемыми оказываются только энергии переходов между состояниями и вероятности этих переходов (интенсивности спектральных линий). Осознание противоречия толкало физиков к пересмотру интерпретации начала принципиальной наблюдаемости, к поискам адекватной его формулировки.[2]

Пересмотру подвергся и позитивистский критерий эмпирической значимости. Современная его формулировка, по свидетельству А. Айера, сводится к требованию, чтобы гипотеза, претендующая на статус научности, „фигурировала нетривиально в теории, которая, взятая как целое, открыта для подтверждения“[3]. Очевидно, однако, что хотя подобное требование само по себе совершенно разумно, в качестве критерия опытного характера теоретического знания оно оказывается слабым. Его явно недостаточно для выполнения той задачи, которую интуитивно имел в виду позитивизм, когда искал критерии эмпирического характера идеальных объектов. Системный характер теоретического знания порождает ту его особенность, согласно которой существует возможность (по крайней мере формальная) согласовать с частной эмпирической ситуацией и такую теоретическую систему, которая содержит в себе чисто спекулятивные элементы. Кроме того, требование согласия с фактами бессильно перед необходимостью сделать

---

[2] Интересные попытки, предпринятые в этом направлении с позиций диалектического материализма, см., напр., в работах М. Э. Омельяновского „О принципе наблюдаемости в современной физике“ в сб. „Вопросы теории познания“. М., 1969, а также Е. Е. Ледникова „Проблема конструктов в анализе научных теорий“. Киев, 1969, стр. 58.

[3] A. Ayer. Philosophy and Scientific Method. „Akten des XIV Internationalen Kongresses für Philosophie“, Bd. I, Wien. 1968, S. 539.

хотя бы предварительный отбор среди множества возможных теоретических обобщений одних и тех же эмпирических данных.

Возможность сосуществования различных теоретических основ для объяснения одного и того же эмпирического материала явилась чрезвычайно важным в гносеологическом отношении фактом познания. Она показала, что процесс познания детерминируется не только экспериментальными данными, что нет прямого пути от фактов к теории.

Вместе с тем наличие подобных ситуаций явилось гносеологическим истоком инструменталистской и конвенционалистской интерпретаций сущности теоретического знания, отрицающих какую бы то ни было репрезентацию изучаемых объектов в принципах теорий и настаивающих на чисто рецепторном характере их формализма. Однако подобный феноменологический подход оказывается неплодотворным в качестве основы для объяснения процесса развития науки: если научное знание — лишь собрание инструментов для вычислений или условных соглашений, как на его основе возможны успешные предсказания?

Причины неспособности позитивизма понять специфику теоретического знания — в игнорировании деятельностного характера процесса познания. Активность субъекта позитивизм всецело сводил к тому психологическому акту, который хотя и составляет важную компоненту процесса открытия, но не исчерпывает его. Стремясь избегнуть психологизма, позитивизм устранял субъекта из рассмотрения познания. Поскольку при этом полагалось, что подтверждение теорий может совершаться во всецело алгоритмизуемой и объективистской манере, предмет методологии науки ограничивался контекстом подтверждения.

Отказываясь от исследования процесса вычленения нового знания, позитивизм упускал из виду как раз ту деятельность, которая связана с переработкой непосредственно данного содержания. Отсюда и непонимание специфики теоретического знания, неспособность объяснить происхождение того содержания в знании, которое не является эмпирическим. Только исследуя генезис знания, можно понять, почему верхние теоретические уровни знания оказываются содержательными, а не формальными (имеют относительно самостоятельное, не сводимое к эмпирическим данным, содержание). Если оставаться в пределах структуры сформировавшейся теории, они выступают по видимости как априорные, привносимые со стороны.

Тот факт, что и менее радикальная версия непозитивистской программы обоснования знания (требование согласия с эмпирическими фактами) неявно исходит из возможности свести теоретическое содержание к эмпирической основе, свидетельствует о том, что позитивизм упускал одну важную для понимания специфики теоретического знания особенность его структуры. Суть ее в следующем. Каждое теоретическое понятие научной системы имеет два вида не совпадающих между собой отношений: опосредствованное или непосредственное отношение к эмпирическому уровню знания и отношение к модели, а через нее к материальному референту теории. Причем для содержания

понятий значительно более важным оказывается не первый, а второй тип отношений. „Разведение" отношений понятий к материалу экспериментальных измерений и отношений их к опосредствованному референту теорий дает возможность понять, почему бесплодны как редукционизм, так и его ослабленные варианты: теория не просто содержит в себе нечто сверх того, что есть в эмпирических данных; она преимущественно „о другом", а не только о непосредственных результатах экспериментов и наблюдений.[1] Содержание квантовой механики отнюдь не в описании спектральных закономерностей, так же как и содержание теории классического электромагнетизма не состоит в описании поведения заряженных тел и проводов с токами в магнитных полях. Это не означает, конечно, что модель теории выдвигается помимо имеющегося материала экспериментов и наблюдений. Она формируется при непосредственном обращении к этому материалу, и без него никакие предположения о скрытых механизмах, ответственных за наблюдаемые в опыте явления, просто не могли бы быть сделаны. Но существенный смысл понятия теории получают в результате мысленного оперирования с идеализированными заместителями реального референта теории.

На формирующийся объект знания помимо эмпирических данных оказывают влияние внеэмпирические факторы. Среди них прежде всего следует указать сложившиеся требования метода. Чтобы стать объектом знания, исследуемый фрагмент реальности должен включить в себя метод его исследования — общепринятые методологические регулятивы, общие теоретические представления, существующие в данной области науки, через призму которых воспринимают и с помощью которых интерпретируют получаемые данные, а также соображения математического порядка. Более опосредствованное, но часто значительное влияние оказывает общая интеллектуальная атмосфера, которая сама имеет довольно сложную структуру, поскольку в ее состав входят и мировоззренческие идеи и сложившиеся формы культуры и даже факторы идеологического порядка.

Как будут осмыслены и объяснены показания приборов, как будут обобщены эмпирические данные, зависит от используемых при этом способов и методов познания. На одних и тех же данных под влиянием разных требований метода (разделяемых разными научными школами и направлениями) могут быть построены различные гипотетические референты.

2. Статус эмпирического факта в качестве основания

В попытке выработать логические критерии эмпирического обоснования знания позитивизм исходил из того, что в познании должны су-

[1] См. M. Bunge. "Physics and Reality" in "Dialectica", vol. 19, 1965, pp. 214—216.

ществовать такие элементы, которые имели бы чисто опытное происхождение, были бы начисто лишены каких бы то ни было теоретических привнесений. Позитивизм полагал, что отыскав подобные элементы, и оставив в науке только сводимое к ним содержание, можно поставить знание на твердую почву, очистив его от спекуляций и метафизики. Субъективно представители позитивизма руководствовались благими намерениями — не оставить в науке места предвзятым мнениям, вере в авторитеты, завершить работу, начатую основателем наук нового времени Ф. Бэконом в его борьбе с различными идолами, засоряющими умы людей и мешающими истинному познанию.

Однако все предпринятые в этом направлении попытки оказались тщетными. История их показала, что если то или иное содержание претендует на общезначимость, а только в этом случае оно действительно может выступать в качестве знания, оно должно быть по крайней мере выражено в языке, а, следовательно, уже оказывается „загрязненным" теоретическими привнесениями. Очищение от этих, самых элементарных теоретических примесей, превращаех их в компоненты только индивидуальных переживаний.

Стремясь отыскать в знании чисто опытное содержание, позитивизм воспроизводил в гносеологии докантовскую ситуацию, искусственно разрывая специфическую для познания связь человека с обществом. Игнорирование того обстоятельства, что между предметом, как он существует сам по себе, и познающим субъектом стоят формы и способы мышления (факт в достаточно четкой форме зафиксированный уже в кантовской теории познания), лишало позитивизм возможности понять законность проникновения в любой элемент знания внеэмпирического содержания. Момент социальной обусловленности знания позитивизм фиксировал главным образом в негативной форме, стремясь утвердить идеал объективности знания очищением его от какой бы то ни было предварительной теоретической позиции.

Между тем анализ знания показывает, что в науке нет „голых" фактов. Между наблюдением показаний приборов и получением научного факта лежит длительная и сложная интеллектуальная работа по истолкованию экспериментальных данных, вовлекающая часто значительный теоретический материал.

Более того, данные психологии недвусмысленно говорят о том, что не свободным от теоретических привнесений оказывается даже процесс восприятия. Видение предметов не сводится только к физиологическому явлению отражения предмета на сетчатке. Глазная камера сама по себе слепа. Видит не глаз, а человек, наделенный зрением. Если учесть эти неоспоримые факты, вполне можно согласиться с Н. Хансоном в том, что разные люди, воспринимая одни и те же элементы цвета, линии и т. п. — могут видеть разные вещи.[5] При сохранении неизменными элементов восприятия меняется способ, с помощью которого элементы организуются в целое. Сам же способ организации

[5] N. R. Hanson. Patterns of Discovery. Cambridge, 1958, pp. 4—30.

определяется предыдущими знаниями субъекта, всей системой его мышления.

Явление теоретической „нагруженности" восприятий отмечалось еще до начала нашего века известным английским психологом В. Джеймсом[6]. „Когда мы слушаем говорящего или читаем страницу книги, — писал он, — многое из того, что мы думаем, будто мы слышим или видим, на самом деле добавляется из нашей памяти. Мы не замечаем опечаток, поскольку ожидаем увидеть правильно написанные слова... а как мало мы на самом деле слышим... мы начинаем понимать, когда идем в иностранный театр. Наша главная забота состоит здесь не столько в том, что мы не можем *понять*, „что говорят актеры, сколько в том, что мы *плохо слышим*, что они говорят". И Джеймс справедливо утверждает, что, когда что-либо произносится на родном языке, оно может звучать значительно более слабо, но в этом случае наше сознание, наполненное хорошо знакомыми нам словесными ассоциациями, добавляет необходимый для связи и понимания материал, обеспечивая восприятие даже еле слышимых намеков.

Комментируя и продолжая эти мысли, американский психолог и искусствовед Гомбрих характеризует процесс восприятия на слух как отбор из уже имеющихся у индивида знаний некоторых комбинаций слов и попытку проектировать их на услышанный шум. „Мы никогда не можем отделить данные от конструкций, никогда не можем действительно наблюдать, если под этим процессом понимать простую регистрацию неконцептуализированного содержания", — справедливо замечает Гомбрих[7]. „Без некоторой начальной схемы мы никогда не смогли бы устоять перед потоком опыта. Без категорий мы не смогли бы отсортировать наши впечатления."[8]

Однако теоретическая нагруженность восприятий и фактов имеет и другую сторону: она вызывает серьезные трудности во взаимоотношении между теоретическим и эмпирическим уровнями знания. Проникновение теоретического материала в данные экспериментов и наблюдений делает их уязвимыми по отношению к возможному пересмотру и опровержению в расширяющейся теоретической или эмпирической ситуации, лишает основания надежды (разделяемые позитивизмом) на существование „твердого" эмпирического базиса теорий. Становится проблематичным и существование простого, однозначного механизма, управляющего процессом развития науки. Долгое время в западной философии науки механизм перехода от одной теоретической системы к другой отождествляли с появлением экспериментального результата, не укладывающегося в существующую теоретическую систему (концепция фальсифицируемости). Анализ реального познания показывает, однако, что

---

[6] W. James. „Talus to Teachers on Psychology and to Student on some of Life Ideals. "N. Y. and L., 1899 p. 159.

[7] E. H. Gombrich, „Art and Illusion", Princeton, N. Y 1969, p. 204.

[8] Ibid, p. 88.

появление подобного результата не ведет к отказу от теории, если речь идет о научной системе, доказавшей свою плодотворность в достаточно широкой сфере опыта. Насыщение факта теоретическим материалом открывает возможность возложить ответственность за возникшее противоречие на ошибку в его интерпретации. В крайнем случае, устраняя противоречие, теорию модифицируют. При этом, поскольку теории в своем развитии носят открытый характер, далеко не всегда модификация является „спасением" теории, она часто — естественное ее развитие.

Та действительная роль, которую играет так называемый опровергающий эксперимент в процессе смены фундаментальных научных систем, состоит скорее в том, что он создает в науке проблемную ситуацию, что в свою очередь рождает попытки объяснить все имеющиеся эмпирические данные с иных, альтернативных имеющимся, точек зрения. Иными словами, его подлинная роль в науке — стимулировать создание новых теорий. Так возникает ситуация в познании, связанная с необходимостью выбора между конкурирующими теоретическими системами. Изменение научной традиции, как правило, происходит в форме выбора между последовательно сменяющими друг друга теориями, которые на определенном этапе конкурируя, сосуществуют.

В процессе сравнения между соперничающими теориями возникают свои трудности. В значительной мере они также порождаются отсутствием семантически нейтральной информации. Они аналогичны трудностям, возникающим при переводе с одного языка на другой, особенно в том случае, если речь идет о языках народов сильно разнящихся между собой по своим обычаям и культуре. Новая научная теория — это всегда и новый язык, и новое видение мира. Теоретические языки, так же как и обыденные, „препарируют" мир различными способами, и в обоих случаях у нас нет доступа к внетеоретическому (внелингвистическому) смыслу сообщения.

Теоретическая „нагруженность" эмпирических данных ведет к тому, что одни и те же явления приверженцы последовательно сменяющих друг друга теорий могут видеть по-разному, по-разному оценивать одни и те же факты. Повторяя опыты Гримальди по дифракции света Ньютон *не увидел* тех диффракционных полос, которые (по свидетельству Гримальди) находились в области центральной тени и обнаружение которых явилось бы сильным контраргументом теории истечения Ньютона. Комментируя этот факт, создатель волновой теории света О. Френель писал: „Трудно понять каким образом изгиб света во внутреннюю часть тени мог ускользнуть от столь опытного наблюдателя, в особенности если принять в расчет, что он производил опыты с самыми узкими телами, так как он пользовался даже волосами. Можно подумать даже, что этим он был обязан своим теоретическим предубеждениям, до некоторой степени закрывавшим ему глаза на многозначащие явления, сильно ослаблявшие то главное возражение, на котором он основывал превосходство своего принципа."[9]

---

[9] О. Френель. О свете. М. — Л., 1928, стр. 11—12.

Отсутствие нейтральной эмпирической почвы для сравнения последовательно сменяющих друг друга теорий является одной из причин, ответственных за то, что процесс изменения научной традиции становится длительным и сложным, насыщенным драматической борьбой идей. Лишь в популярных изложениях и учебных руководствах, где в целях упрощения и более четкого прослеживания главного пути движения науки устраняют все зигзаги и отклонения от него, эта борьба исчезает и переход оказывается простым и безболезненным актом.

3. Антипозитивистская тенденция в интерпретации природы знания

В пятидесятых годах нашего столетия в западной философии науки наметилась сильная антипозитивистская тенденция. Характерной чертой тех работ этого направления, которые так или иначе касались выяснения природы научного знания, механизмов развития науки, является акцентирование внимания на творческом характере научного познания. В центре исследований представителей этого направления (М. Хансона, Т. Куна, П. Фейерабенда, М. Поляни и др.) стоят проблемы научного творчества. Отвергая характерный для позитивизма отказ от исследования процесса открытия, они справедливо утверждают, что точка зрения, согласно которой развитие науки сводится только к работе интуиции и последующей дедукции, делает из ученого слепого компьютера, соединенного с безмозглой фотопластинкой. Реакцией на крайний эмпиризм позитивизма явилось провозглашение этим направлением доминантности теории. „Давайте исследуем не то, как наблюдения, факты и данные встраиваются в общую систему физического объяснения, а напротив, как сами эти системы встраиваются в наши наблюдения и наши оценки фактов и данных", — писал Хансон[10]. Представители рассматриваемого течения обращают внимание на зависимость познания от общества, а также от личности познающего индивида. Отмечается вовлечение в процесс познания ценностных факторов. М. Поляни в своей программной работе „Личностное знание" характеризует процесс принятия теорий как „страстную, личностную, человеческую" их оценку учеными.[11] Критикуя позитивизм, они справедливо обращают внимание на недопустимо упрощенные представления эмпириков относительно процесса верификации, подтверждения теорий.

Однако, уловив важнейшую в философском плане особенность современного научного знания — все возрастающую активность исследователя, они не смогли правильно понять и объяснить ее. Факты социальной обусловленности познания, влияния общества на процесс развития науки служат им материалом для выводов, отмеченных печатью субъективизма.

---

[10] N. R. Hanson. Patterns of Discovery, p. 3.

[11] M. Polany. Personal Knowledge, Chicago, 1958, p. 15.

Отсутствие эмпирических данных, лишенных теоретических привнесений, категориальная нагруженность экспериментального материала, трактуется ими в духе отрицания существования в науке непредвзятых критериев контроля над теоретическими построениями. Отсутствие семантически нейтральной информации, порождающее трудности в сравнении последовательно сменяющих друг друга теорий, служит поводом для отрицания объективных критериев сравнения, объективных механизмов развития научного знания. Вовлечение в процесс выбора теории ценностных критериев является для Куна поводом утверждать, что процесс изменения научной традиции подобен скорее религиозному обращению в новую веру, нежели сознательному выбору более адекватной теории. Согласно рассматриваемой позиции, процесс развития науки не может быть реконструирован в качестве поисков относительно более обоснованной теории; не существует объективной логики развития науки. Феномен науки должен всецело стать предметом психологии и социологии.

Таким образом, фиксируя внимание на зависимости познания от общества, стремясь „исправить" в этом смысле точку зрения позитивизма, представители рассматриваемого направления упускают из виду те специфические особенности науки, которые делают ее именно наукой, дифференцируют ее от всех других сфер интеллектуальной деятельности людей.

Следует отметить при этом, что, как это ни парадоксально, выступая с радикально противоположных позитивизму позиций, сторонники этого направления рисуют картину развития науки, которая неожиданно оказывается оборотной стороной эмпиристской трактовки процесса познания.

В самом деле, существование непредвзятых критериев проверки отрицается здесь на том основании, что неявно непредвзятость усматривается в обязательном отсутствии какой бы то ни было предварительной теоретической позиции. Только с позиций эмпиризма, где объективным полагается лишь то, что дано вне всякой деятельности, при обнаружении обстоятельства, что изменение научной традиции не может всецело и однозначно регулироваться эмпирическими данными, неизбежен вывод об отсутствии в познании объективных критериев перехода. Заключение об отсутствии объективной логики развития науки делается на том основании, что существование такой логики привыкли связывать с обезличенной и лишенной социального контекста наукой, т. е. наукой в понимании позитивизма.

Важный аргумент сторонников рассматриваемого направления в их попытке показать ниспровергнутым идеал объективности в науке состоит в том, что ученый не может выйти за рамки теоретических представлений. („Все мы узники своих теоретических рабочих рам" — рефрен многих работ этого направления). Формулируется даже парадокс категоризирования: если категории определяют наблюдение, оно не может служить непредвзятым критерием контроля над теоретическими представлениями; если же они его не определяют, процесс наблюдения вообще состояться не может. Неявно парадокс оказывается продолже-

нием той мысли, что для того, чтобы познание обладало объективной логикой развития, его необходимо декатегоризировать. Но это значит, что категории полагаются здесь полностью произвольными и субъективными.

Гносеологическим истоком рассматриваемой трактовки процесса познания является отрыв деятельности, активности от отражения. Разрешить парадоксы, подобные парадоксу категоризирования, можно только с той гносеологической позиции, согласно которой формы мышления, категории не являются субъективными, а выступают квинтэссенцией всего предыдущего опыта познания. Это позиция диалектико-материалистической гносеологии. Являясь обобщением истории философии, основанная на анализе развития науки и ее современных достижений, она доказывается всем ходом развития человеческого познания. Противопоставляя свою теорию познания наивному реализму, пытавшемуся подняться от объекта к знанию, минуя деятельность, и признавая растущее воздействие субъекта на объект познания, диалектический материализм вместе с тем настаивает на существовании в знании объективных, не зависящих от субъекта результатов. Источник форм мышления, так же как и источник его содержания, диалектический материализм усматривает в конечном счете в практической материальной деятельности людей. Деятельность субъекта содержательно детерминируется закономерностями объекта, ранее постигнутого человечеством.

Формы познания меняются, обогащаются, наполняются новым содержанием, но поскольку каждая категориальная сетка в той или иной степени доказала свою адекватность действительности успешной „работой" в предыдущем познании, новая категориальная сетка не может полностью ее отрицать.

Если категории—аккумулированное выражение человеческого опыта, само по себе категоризирование фактов не является угрозой их объективному характеру. Не противоречит объективному ходу познания и влияние социальных факторов, если они — концентрированное выражение результатов человеческой деятельности. Если ценностные критерии верно „схватывают" объективную тенденцию развития науки — они способствуют достижению истины.

Нельзя отрицать, конечно, что активность познающего субъекта, порождая увеличение личностных и социальных моментов в познании, является одним из истоков возможного субъективизма в науке. Формы не автоматически прилагаются к содержанию. Какие именно из категорий будут использованы в переработке непосредственно данного содержания, какие способы и методы познания будут при этом применены, зависит от познающего индивида. А это в свою очередь во многом определяется научной школой, направлением, к которым он принадлежит, разделяемой им системой ценностей.

Новое эмпирическое содержание в том случае, если оно противоречит существующей теории, требует новых способов познания, изменений в категориальной сфере мышления. Между новым содержанием и старыми формами существует разрыв. Изменение категориального состава требует от познающего субъекта творческого мышления, оно

связано с определенным „произволом" воображения. Иными словами, активность субъекта познания, являясь необходимым условием получения всеобщего и необходимого знания, может быть и источником трудностей в его достижении.

Этот факт справедливо отмечается в работах представителей рассмотренного выше антипозитивистского направления; в этом смысле их рассуждения фиксируют действительное положение дел в познании. Недостаток их позиции не в том, что таких фактов нет, а в том, что они останавливаются на констатации этих трудностей познавательного процесса и, не анализируя, кладут их в основу объяснения сущности познания. Между тем сами эти факты нуждаются в анализе и объяснении. Проблема как раз в том и состоит, чтобы объяснить, как, несмотря на постоянно существующую возможность субъективизма в науке, она обладает объективной логикой развития.

4. Обоснование знания и познавательная деятельность

Подведем некоторые итоги. Можно выделить два альтернативных направления, сложившихся в западной философии науки. Одни исследователи, не отрицая существования объективной логики развития знания, пытаются, однако, найти ее лишь в лишенной социального контекста науке. Другие — подчеркивая влияние социальных факторов на развитие познания, фиксируя при этом внимание на включение ценностных критериев в процесс подтверждения теорий, лишают на этом основании науку ее специфической сущности — способности добыть истинное знание.

Думается, что основная причина несостоятельности рассмотренных попыток дать адекватную трактовку сущности познания вообще и решить проблему обоснования знания, в частности, лежит в принципиальной ограниченности исходной абстракции, с которой оба направления приступают к специальному рассмотрению знания. Она—в приобретшем силу традиции разрыве между двумя подходами к исследованию феномена науки: логико-методологическом и социологическом.

Устраняя из методологического рассмотрения знания субъект, позитивизм устраняет вместе с тем и все социальные аспекты гносеологической проблематики. Особенности современного научного знания сделали очевидной неплодотворность подобного подхода. И это обстоятельство явилось важнейшей причиной появления антипозитивистской тенденции, однако при всем разнообразии работ этого направления в них можно найти общую особенность: признавая деятельностный характер познания, фактически исходя из идеи социальной детерминации познания при теоретическом объяснении познавательного процесса, они отправляются от уже выявившей свою ограниченность, критикуемой ими методологической модели. Лишь этим можно объяснить тот факт, что, указывая на вовлечение ценностных факторов в познание, они провозглашают науку предметом только социологии и психологии.

Адекватный подход к решению проблемы обоснования знания может быть выработан только на основе глубокой связи между логико-методологическим и социологическим подходами. Иными словами, он

возможен только при учете социальной детерминации познавательного процесса. Именно с таким подходом связана диалектико-материалистическая традиция в изучении науки.

Деятельностный характер познания ответственен за то, что ход, развитие науки регулируется не лежащим вне деятельности предметом, а внутритеоретическим объектом, в котором отложились, объективировались требования метода — обобщение предшествующей практики познания. Отсюда следует важный вывод о закономерности участия в процессе обоснования знания общепринятых требований науки, нашедших свое воплощение, в частности, в методологических регулятивах. С их помощью преодолеваются многие из тех трудностей обоснования знания, которые порождаются активностью исследователя. Отдельный эмпирический результат не может служить в качестве опытного основания теоретического знания. Однако это не означает, что такого основания в науке нет. Им служит все то предшествующее знание, которое уже нашло свое оправдание в практической деятельности людей. В физическом знании подобная особенность процесса обоснования зафиксирована в принципе соответствия — важнейшем методологическом регулятиве познавательного процесса.[12] Принцип соответствия отражает тот факт, что, несмотря на относительность любых результатов человеческого познания, в них есть содержание, не опровергаемое никаким будущим развитием теорий. В нем выражен кумулятивный характер научного знания: в свете этого принципа процесс познания выступает не как смена несоизмеримых, не связанных между собой теоретических систем, а как переход ко все более общим и адекватным теориям, включающим в себя содержание предшествующих в качестве своего частного или предельного случая.

Большую роль в обосновании физического знания играет принцип инвариантности. Интересны в этом плане мысли, высказанные одним из создателей квантовой теории — М. Борном[13]. С точки зрения Борна, инварианты позволяют выделить как в показаниях приборов, так и в теоретическом содержании системы знания то, что не зависит от условий эксперимента, от свойства познающего субъекта или используемого им прибора. Показания приборов дают нам только проекции физической реальности на прибор, но совокупность этих проекций обеспечивает возможность восстановить исследуемый фрагмент реальности в том его виде, как он существует независимо от измерений.

Нельзя не согласиться с утверждением, что та часть концепции Борна, где он пытается подменить гносеологию математической теорией инвариантов, объявляя инвариантность критерием существования физической реальности, является ошибочной.[14] Таким критерием может

---

[12] Глубокий анализ принципа соответствия проделан в работе И. В. Кузнецова „Принцип соответствия в современной физике и его философское значение". М., 1948.

[13] М. Борн. „Физическая реальность" УФН, т. 62, № 2, 1957.

[14] С. Г. Суворов. „Проблема„ физической реальности" в копенгагенской школе". УФН, т. 62, № 2, 1957.

выступать только практика, материальная деятельность людей. Вместе с тем несомненно, что в таком длительном и трудном процессе, каким оказывается процесс обоснования теоретического знания, установление инвариантности его содержания как индикатора относительной независимости его от определенных условий познания занимает важное место.

В физическом познании требования соответствия и инвариантности выступают необходимыми, хотя и недостаточными условиями приемлемости теоретических гипотез. С их помощью сужается круг возможных обобщений известных экспериментальных данных, отбираются те, которые не противоречат прошлому опыту познания и от которых можно с большой степенью вероятности ожидать подтверждаемости в более широкой экспериментальной ситуации.

Одна из главных трудностей процедуры обоснования — отсутствие абсолютно надежной эмпирической основы теорий — частично компенсируется тем, что взаимоотношение между теорией и ее эмпирическим базисом не играет в науке такой решающей роли, которую приписывал ему позитивизм. Естествоиспытатели не ждут окончательного выяснения вопроса, действительным или мнимым является противоречие между теорией и вновь открытым фактом. В зависимости от склада своего мышления они либо модифицируют существующую теорию, пытаясь сохранить ее и в новой области опыта, либо выдвигают альтернативные концепции. Благодаря первому — любая теория оказывается некоторым промежуточным звеном в серии теоретических систем. Действия второго типа ответственны за то обстоятельство, что акцент в процессе обоснования знания переносится со взаимоотношения между теорией и эмпирическим уровнем знания на сравнение между собой конкурирующих теоретических систем. В процессе сравнения важное место занимают критерии „внутреннего совершенства" теорий (А. Эйнштейн), логической стройности, относительной простоты. Они играют роль контроля над процессом согласования теории с экспериментальными данными, „страхуя" познание от методов „подштопывания", „спасения" тех концепций, которые уже вышли за границы своей применимости.

Таким образом, в самом научном познании противоположность между субъективной и объективной логикой снимается в деятельности. Возникающие в ходе познания трудности достижения объективного знания удается преодолеть благодаря тому, что подтверждение, верификация теорий носят все более активный характер Реальная процедура обоснования оказывается весьма далекой от той картины ее, которую рисовал позитивизм: она отнюдь не является только формальной и алгоритмизуемой.

Обоснование объективного характера знания выступает необходимым звеном познавательной деятельности, которая встает между получением эмпирических данных и тем результатом познавательного процесса, о котором с полным правом можно сказать, что он является относительно адекватным отражением объективной действительности и процесса познания.

ГЛАВА 11

ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ

Быстрое расширение и углубление наших знаний о Вселенной, происходящее в современной астрономии, сопровождается ломкой многих традиционных представлений, их заменой „диковинными", непривычными и даже, казалось бы, „невозможными". Это поставило перед астрономами ряд фундаментальных теоретико-познавательных и методологических проблем.

В их числе — ряд аспектов основного вопроса философии, проблема соотношения эмпирических и теоретических предпосылок в построении астрофизических и космологических теорий, проблема адекватности знания и др. Надежную основу для решения этих проблем наука о Вселенной (как и другие естественные науки) находит в ленинской теории отражения.

Следует отметить, что указанные проблемы отчасти аналогичны философским проблемам современной физики. Но они имеют и отчетливо выраженную специфику, которая обусловлена несколькими причинами.

Это, во-первых, особенности объектов астрономии. Хотя все они представляют собой физические объекты, но во Вселенной мы часто встречаемся с необычными состояниями вещества и „экстремальными" физическими условиями, которые на Земле неизвестны. Многими специфическими и даже уникальными чертами характеризуется Метагалактика — система наибольшего масштаба из всех, доступных сейчас исследованию.

Во-вторых, в отличие от физики, астрономия имеет дело с объектами, структура которых определяется их происхождением и развитием. Это относится не только к планетам и звездным системам, но также ко Вселенной как целому. Проблема развития стала сейчас основной задачей астрофизики и космологии.

В-третьих, астрономия отличается от „лабораторной" физики еще тем, что она представляет собой, в основном наблюдательную, а не экспериментальную науку. Конечно, во многих разделах астрономии за последние годы получила значительное распространение экспериментальная методика. Стали возможны прямые физические эксперименты в космосе, непосредственное исследование многих тел солнечной системы и межпланетного пространства. И все же необходимо подчеркнуть, что подавляющее большинство проблем астрономии решается пока средствами

наблюдения, так что говорить о ее превращении в экспериментальную науку как об уже совершившемся факте было бы пока преждевременно.

Указанные особенности астрономии накладывают сильный отпечаток и на характер ее философских проблем.

1. Астрономия и основной философский вопрос

Крушение простых и наглядных представлений о Вселенной как целом созданных в ньютоновской космологии, их замена „диковинными" и ненаглядными произвели на астрономов не меньшее, а, пожалуй, даже большее впечатление, чем, скажем, открытие радиоактивности — на физиков. В дальнейшем, вслед за космологией, эпоху крушения ряда „незыблемых" представлений пережила астрофизика, изучающая структуру и эволюцию звезд и звездных систем, а также нашей солнечной системы.

Многие из этих представлений в свое время рассматривались как совершенно незыблемые истины, прочное завоевание науки. Необходимость отказа от них вызвала среди части астрономов растерянность. Не следует ли отсюда, что наше знание о Вселенной лишено объективного содержания? Тем самым в астрономии был со всей остротой поставлен вопрос об отношении мышления к бытию.

Имеют ли понятия и теории космологии, астрофизики, космогонии отношение к объективной реальности? Позитивистски настроенные астрономы выступили с утверждениями, что это — „псевдопроблема" лишенная научного смысла. Вера в существование внешнего мира на ходится в соответствии с обыденным „здравым смыслом". Но дока зать утверждение о реальном существовании физических объектов вне нас в терминах языка науки мы никогда не сможем — точно так же, как не сможем и опровергнуть его. По мнению части позитивистов, например, видного американского космолога Г. Мак-Витти, убеждение в действительном существовании физического мира позволяет более просто систематизировать совокупность нашего опыта, чем альтернативная точка зрения. Напротив, английский историк астрономии Г. Дингл защищал взгляд, что это убеждение приводит лишь к путанице и недоразумениям. „Когда физика рассматривалась, — писал он, — как изучение внешнего мира, а мир рассматривался как распределение материи в пространстве и времени, очень мало места оставалось для чего-либо иного, кроме иллюзий. Но когда внешний мир забыт, и физика признается как нахождение отношений между отдельными искусственно созданными ощущениями, неизбежен вывод, что наука как целое представляет собой нахождение соотношений между всеми элементами нашего опыта. Это не значит, что вопрос о существовании внешнего мира обсуждается и на него дается отрицательный ответ: вопрос считается не относящимся к делу и не рассматривается"[1].

---

[1] H. Dingle. Philosophy of Phisics 1850—1950. „Nature", v. 168. № 4276, 1951, p. 14.

Известный голландский астрофизик Г. Занстра, взгляды которого близки к позитивизму, считает, что „существование внешнего мира или физической реальности (пространства, времени, вещества) является и останется гипотезой“[2]. Неживая материя, продолжает Занстра, „конечно реальна как выражение отношений между реальными восприятиями. Вопрос, имеет ли она другие функции или свойства — должен быть оставлен открытым; наша цель — продвигаться как можно дальше без их использования“[3].

Происходящая в современной астрономии смена теорий, каждая из которых сначала рассматривается как соответствующая эмпирическим данным, а затем опровергается новыми фактами, или, во всяком случае, требует существенного видоизменения, свидетельствует, согласно позитивистам, что эти теории есть всего лишь простые систематизации наблюдательных данных. По словам Г. Мак-Витти, имеется много свойств этого мира, открытых учеными в прошлом, представления о которых пришлось изменить или отбросить. Набор свойств внешнего мира, который известен ныне, с этой точки зрения не находится в лучшем положении, хотя ему и сопутствует прилагательное „современный“. Мы верим в эти свойства по той причине, по которой верили в „открытые“ ими черты внешнего мира наши предшественники. Они нужны нам для интерпретации данных ощущений, которыми мы располагаем в настоящий момент, и служат целям упорядочения данных ощущений в стройное здание теории, рационализации того беспорядка, с которым эти данные предстают перед нами.[4]

Попытка позитивистски настроенных современных астрономов уйти от решения основного вопроса философии, стать „над“ материализмом и идеализмом, столь же несостоятельна, как и взгляды махистов, подвергнутые уничтожающей критике в работе В. И. Ленина „Материализм и эмпириокритицизм“. Объявляя вопрос о существовании объективной, независимой от человека реальности как источнике наших ощущений „псевдовопросом“, эти ученые фактически приходят к идеалистическому решению основного вопроса философии. Те же из них (например, Г. Мак-Витти), которые, не отрицая существования внешнего мира, сводят его лишь к совокупности опытных данных, не имеющих никакого отношения к стоящей за ними объективной реальности, делают серьезную уступку идеализму в одном из основных вопросов теории познания.

Вопрос о том, „обладает ли человеческое мышление предметной истинностью“, как подчеркнул К. Маркс в „Тезисах о Фейербахе“, не может быть решен чисто логической аргументацией. Это — „вовсе не вопрос теории, а практический вопрос. В практике должен доказать человек истинность, т. е. действительность и мощь, *посюсторонность* своего мышления. Спор о действительности или недействительности мыш-

---

[2] H. Zanstra. The Construction of Reality. Oxford, 1964 p. 31.

[3] Там же, p. 37.

[4] Г. Мак-Витти. Общая теория относительности и космология. М., 1961.

ления, изолирующегося от практики, есть чисто *схоластический* вопрос"[5]. И практика убедительнои однозначно решает этот вопрос в пользу материализма. Она доказывает, что научные теории есть образы внешнего мира.[6]

Один из веских доводов в пользу того, что знание не замыкается само в себе, а является знанием о внешнем мире, существующем независимо от нашего сознания, состоит в том, что многие новые естественнонаучные представления (включая и представления о Вселенной) оказываются совершеннно неожиданными для нас.

Вся история астрономии также представляет нам большой фактический материал, позволяющий судить о том, как внешний мир преподносит исследователям неожиданности, заставляя их оставлять воззрения, за которые они долго цеплялись, как, в поисках фактов с целью подтверждения их теории, они наталкивались в своих экспериментах на новые открытия, опровергающие эти теории. Все это убедительно подтверждает, что теории Вселенной, разрабатываемые в астрофизике, космологии и других разделах астрономии, имеют научную ценность лишь тогда, когда они описывают — с меньшей или большей точностью — какие-то аспекты объективной реальности.

С точки зрения материалистической диалектики, изучение природы „самой по себе"—цель естественно научного познания. Но достигается эта цель не сразу, а лишь в тенденции, в итоге. На каждой исторически ограниченной ступени своего развития естественные науки оперируют не абсолютным знанием „природы вещей", а относительными, неполными знаниями, отражениями объективной реальности, преломленными в языке науки. Это — более или менее точные образы объективной реальности, которые не могут непосредственно отождествляться с реальностью самой по себе. Однако Г. Дингл, Г. Занстра и некоторые другие зарубежные астрофизики совершают именно такое отождествление. А поскольку наши знания о реальности непрерывно меняются и перестраиваются, эти ученые делают вывод, что реальность конструируется нами в процессе познания.

Для опровержения подобных взглядов достаточно напомнить то, что писал по этому поводу В. И. Ленин. Вопросы о структуре материи, формах и способах ее отражения в сознании, степень точности этого отражения и т. п. нельзя смешивать с вопросом о возможности достижения объективного аналога в знании. Совершая такую подмену,Г. Дингл и Г. Занстра неизбежно оказываются на позициях субъективизма.

Подавляющее большинство астрономов в XX в. рассматривало тезис о существовании внешнего мира независимо от сознания субъекта как очевидную гносеологическую предпосылку исследования. Но признание реальности внешнего мира само по себе еще не является свидетельством материалистического решения основного вопроса философии. Оно совместимо и с позициями объективного идеализма, который в

---

[5] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 3, стр. 1–2.

[6] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18. стр. 103.

понятие „внешний мир“ вкладывает свое собственное содержание. А именно понятия „внешний мир“ и „материальный мир“ ими не считаются тождественными. Кроме материального мира будто бы существует трансцендентный, спиритуальный мир, который, как утверждали, например английские астрономы А. Эддингтон, Дж. Джинс и Э. Милн, представляет собой „последнюю реальность“[7].

Джинс пояснял свои взгляды, ссылаясь на сравнение мира с пещерой, которое принадлежит Платону: мы подобны узникам подземной пещеры; огонь, горящий в пещере, отбрасывает на стену тени людей и находящихся позади них предметов; тени — это все, что узники могут наблюдать, и они неизбежно принимают их за нечто реальное; но о предметах, порождающих эти тени, узники не имеют никакого представления. Джинс стремился связать этот образ пещеры с современной физикой: „Стены пещеры, в которую мы заключены, есть пространство и время: тени реальности, которые мы видим спроектированными на стены солнечным светом извне, есть материальные частицы, которые мы видим движущимися на фоне пространства и времени, тогда как реальность вне пещеры, порождающая эти тени, находится вне пространства и времени“[8].

Сравнение материального (физического) мира с платоновской пещерой — излюбленный образ Джинса. В своих работах он приводит и разбирает его множество раз. Смысл этого сравнения — в том, что материальный мир не охватывает „всего существующего“. Более того, это — мир видимости. Подлинная же реальность, порождающая физические явления, находится вне „пещеры“ — вне пространства и вне времени.

Однако, необычность картины Вселенной, которую рисует нам современная астрономия, может быть объяснена в рамках законов природы.

Поскольку материальный мир бесконечно многообразен в своих проявлениях, нет ничего удивительного в том, что каждый раз, когда наука совершает новый прорыв в неизвестное, она открывает „диковинные“ явления, которые иногда резко противоречат так называемому „здравому смыслу“ и, быть может, не во всех случаях объясняются известными в данный момент фундаментальными научными теориями. Однако, это вовсе не значит, что наука сталкивается с проявлениями чего-то „потустороннего“.

То, что наука еще не может объяснить сегодня, на основе уже известных законов и теорий — получит объяснение завтра в рамках новых, более общих законов и теорий, будет ассимилировано „здравым смыслом“, станет повседневным, привычным, даже тривиальным.

Мир един; в нем нет ничего, кроме движущейся материи, беско

---

[7] A. S. Eddinston. Science and the Unseen World N. Y., 1930. E. A. Milne. Relativity, Gravitation and World Structure. Offord., 1935.

[8] J. Jeans. Physics and Philosophy. Cambridge, 1943, pp. 183—1 4.

нечно многообразной, неисчерпаемой в своих проявлениях. Эта неисчерпаемость материи и выражается в том, что природа оказывается каждый раз неизмеримо богаче сложившихся в любой данный момент представлений о ней. Рассматривая открытия в физике микромира, сделанные на рубеже XIX—XX вв., В. И. Ленин подчеркивает: какими бы „странными" ни казались эти открытия — „все это только лишнее *подтверждение* диалектического материализма", который настаивает „на приблизительном, относительном характере всякого научного положения о строении материи и свойствах ее", а также —на „превращении движущейся материи из одного состояния в другое, по-видимому, с нашей точки зрения, непримиримое с ним и т. п."[9]. Эти ленинские слова полностью применимы и к современной астрономии. Из представления о существовании двух миров — материального и трансцендентного — неизбежно вытекает представление о том, что возможности познания мира средствами науки вовсе не безграничны. Особенно настойчиво это отстаивал А. Эддингтон.

„Первоначальные элементы теории мира, — писал он, должны быть по своей природе таковы, что их невозможно определить при помощи терминов, имеющих значение, доступное познанию."[10] Мы можем сравнивать с опытом не элементарные понятия науки, а лишь понятия, производные от них.

Исходные понятия научной теории, в самом деле, не могут быть определены внутри самой этой теории и требуют выхода за ее пределы. Однако, эти понятия находят обоснование, причем именно „при помощи терминов, имеющих значение, доступное познанию" в более общей теории, включающей в себя нашу теорию в качестве частного случая. Если такое обоснование невозможно получить на данном уровне научного развития — оно обязательно будет получено на следующем, характеризующемся большей степенью общности и глубины развития теории.

Рассматривая физическое знание, как знание о внешнем мире, Эддингтон, тем не менее оговаривается, что оно не касается природы вещей: „И все-таки по отношению к природе вещей это знание — только пустая скорлупа, символическая форма . . ."[11]

Слова Эддингтона в какой-то мере отражают — хотя и в мистифицированной форме, — идею бесконечного многообразия природы, ее неисчерпаемости. Мир неизмеримо сложнее, чем его отражение в научном знании на каждой данной ступени развития науки. Абсолютное и окончательное знание о реальности недостижимо. Но отсюда вовсе не следует, что мы неспособны постигнуть „сущность вещей". Отказываясь от абсолютных, субстанциональных объяснений, астрофизик стремится представить изучаемое им явление посредством языка науки. Это — знание именно физической сущности явлений, соответствующее

---

[9] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18. стр. 276.

[10] А. С. Эддингтон. Пространство, время, тяготение. Одесса, 1923, стр. 184.

[11] Там же, стр. 198.

определенному этапу познания. „Сущность" вещей или „субстанция", — писал В. И. Ленин, — тоже относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов ... "[12] Развитие астрономии, так же как и других естественных наук, ведет к проникновению в сущности космических явлений — от сущности первого порядка к сущности второго порядка и так далее без конца.

Мнение о том, что возможности научного познания природы не безграничны (но в ином смысле, чем считал Эддингтон), разделяют и некоторые материалисты. Они ссылаются на развитие релятивистской космологии, из многих моделей которой вытекает существование „горизонта" (события, находящиеся за этим „горизонтом", уже не могут быть для нас объектами эмпирического исследования), а также на невозможность экстраполяции физических законов сколь угодно далеко в прошлое или будущее.

Это, конечно, серьезная проблема, которая требует тщательного анализа. Можно заметить, что горизонты, существующие в теории однородной изотропной Вселенной и обусловленные наличием в соответствующих „моделях Вселенной" сингулярности, отсутствуют в теории анизотропной неоднородной Вселенной, в которой сингулярности нет. Но и в этой теории существуют события (а именно события, имевшие место до регулярного минимума), о которых мы не можем получить непосредственной эмпирической информации. Кроме того, как отметил А. Л. Зельманов[13], многие явления во Вселенной протекают без свидетелей. Например, на ранних стадиях расширения Метагалактики плотность излучения в ней была настолько велика, что полностью исключала возможность какой бы то ни было жизни.

Но ведь, помимо эмпирических, есть еще и теоретические средства исследования, которые позволяют так или иначе описать явления, непосредственно нам недоступные, включая и указанные стадии расширения Метагалактики. Не следует также забывать, что развитие науки приводит к появлению все новых средств исследования (как эмпирических, так и теоретических), неуклонно расширяющих возможности познания. Так будет развиваться познание (включая изучение Вселенной) и дальше, конечно, с учетом оговорки, высказанной Энгельсом: „... поскольку человечество будет существовать достаточно долго и поскольку в самих органах и объектах познания не поставлены границы этому познанию..."[14] Эти слова Энгельса означают не признание „трех классов принципиально непознаваемых явлений", как иногда считают,[15] а ограниченность *практических* возможностей научного познания на каждой ступени его развития.

Таким образом, как попытки позитивистов стать „над" материализ-

---

[12] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 277.

[13] См. в кн. „Диалектика и современное естествознание". М., 1970.

[14] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 87.

[15] Э. Кольман. Конечность и бесконечность во Вселенной. „Природа", № 11, 1964, стр. 44.

мом и идеализмом, так и объективно-идеалистические представления об „удвоении" мира и ограниченных возможностях его научного познания, — глубоко ошибочны. Они отвергаются большинством современных астрономов, которые исходят из материалистического тезиса об объективной реальности внешнего мира в качестве само собой разумеющейся теоретико-познавательной предпосылки исследования.

Но если материалисты прошлого ставили, по сути, знак равенства между понятиями „объективная реальность" и „объект познания", то с точки зрения материалистической диалектики эти понятия нетождественны. Объектом познания является не материя сама по себе, а стороны, аспекты, фрагменты неисчерпаемого материального мира, которые выделяются субъектом познания (общественным человеком, исследователем) в процессе общественно-исторической практики.

Рассмотрим этот важный вопрос применительно к объекту космологии. Можно ли рассматривать Вселенную как целое, модели которой конструируются на основе экстраполяции физических законов, как „целостный аспект" всего материального мира?

Многие современные космологи сходятся в утвердительном ответе на этот вопрос. Различные космологические теории они рассматривают как попытки описания целостного аспекта одного и того же физического объекта — материального мира или, что то же самое, Вселенной как целого. С другой стороны, неоднократно высказывались возражения против глобальной (неограниченной) экстраполяции физических законов.

Здесь, в сущности, необходимо различать два разных вопроса: можно ли считать, во-первых, что разные космологические теории дают различные описания свойств одного и того же физического объекта и, во-вторых, что этот объект представляет собой целостный аспект „всей материи" (материальный мир как целое)? Положительный ответ, обычно даваемый на оба вопроса, обосновывается следующими аргументами: 1) это интуитивно ясно каждому космологу; 2) это следует из самой теории (модели): она строится как теория (модель) „всего существующего". Оба эти аргумента недостаточно убедительны. Ссылка на интуитивную ясность чего-либо в физике давно уже не рассматривается как доказательство. Слишком много интуитивно очевидных понятий и представлений (абсолютная одновременность и т. д.) было отброшено современной физикой.

Далее, границы применимости данной теории (модели) не могут быть установлены, исходя из самой теории (модели). Они устанавливаются либо эмпирически, либо на основе более общей теории. Космологические теории не занимают какого-либо особого положения среди других естественнонаучных теорий. Их претензии нельзя принимать безоговорочно, так как они вовсе не обязательно реализуются в полном объеме. Почти каждая космологическая теория претендует в конечном счете на описание „всего существующего" в некотором абсолютном смысле. Но вопрос, насколько такие претензии могут считаться обоснованными, оказывается совсем не простым.

Прежде всего, различные теории и модели Вселенной нельзя счи-

тать описаниями свойств одного и того же физического объекта. Им соответствуют разные объекты — физические системы разного масштаба, а может быть, даже и разного порядка. В самом деле, для сторонников теории однородной изотропной Вселенной А. А. Фридмана объект, описываемый одним из решений уравнений общей теории относительности (часть его мы наблюдаем в виде расширяющейся системы галактик), — это и есть материальный мир, взятый в целом. Однако, в настоящее время построены теории и модели систем, в которых „вселенная Фридмана" представляет собой лишь локальную и притом ограниченную область. Каждая из этих теорий, в свою очередь, описывает свойства некоей гипотетической системы, называемой „вселенная как целое".

Есть ли основания считать, что все эти системы тождественны? Эмпирических оснований для такого заключения по понятным причинам нет, как нет и физико-теоретических оснований подобного рода. С теоретико-познавательной точки зрения можно отметить следующее. Вселенная как тот объект, относительно которого ставится космологическая проблема,—это физическая система наибольшего масштаба и наибольшего порядка, существование которой можно предположить, исходя из всей совокупности данных, отобранных космологом на предварительной стадии исследования. Коротко говоря, это—„все существующее" с точки зрения исходных принципов, которыми он руководствуется. Вселенная как объект, предположительно соответствующий уже построенной космологической теории, представляет собой нечто иное. Это — „все существующее" с точки зрения данной теории, все многообразие физических условий и явлений, допустимых в рамках теории. И вот оказывается, что многообразие условий и явлений, соответствующее теории А. Л. Зельманова, отлично от тех, которые допускаются например, теориями Г. И. Наана, Ф. Хойла и другими. Речь идет не только о многообразии свойств материальных объектов, но и о многообразии пространственно-временных структур. Следовательно, Вселенные как объекты разных теорий — не только системы с разными свойствами, но просто различные физические системы. Говоря „Вселенная расширяется", „Вселенная конечна (бесконечна)", необходимо всегда указывать, какая именно теоретическая Вселенная имеется в виду.

Идея о том, что та или иная из этих Вселенных может иметь в качестве своего объекта глобальный аспект материального мира, основана на определенных предположениях о физическом мире и путях его познания. Наиболее общее из них: физический мир может быть описан конечным числом фундаментальных законов и теорий. Другие предположения касаются вопросов о том, реализуются ли все условия и явления, допускаемые фундаментальными теориями физики, или только часть из них; известны ли нам все основные законы и теории физики или же они еще должны быть установлены.

Предположение о конечности числа физических законов не только не доказано, но и далеко не бесспорно. Оно может оказаться неправильным, —ведь нельзя исключать, что и дальнейшее развитие физики заставит сделать вывод о бесконечном многообразии природы и на

уровне законов. С этой точки зрения, „все существующее“ в абсолютном смысле не является сейчас и никогда в будущем не станет объектом космологии. Вселенная в космологии — это „все существующее“ лишь *с точки зрения определенной ступени познания*. Каждый раз, когда в сферу познанного войдут новые области природы, новые физические явления и структуры, мы будем вынуждены снова и снова обобщать наше понимание глобального аспекта природы, рассматриваемой как единое целое, т. е. Вселенной как целого.

2. Пути построения теории в астрономии

Среди теоретико-познавательных проблем современной астрономии центральное место занимают следующие: в чем состоит момент творческой активности исследования в изучении Вселенной и какова его действительная роль? Каково соотношение эмпирических и теоретических предпосылок в построении астрофизических, космогонических, космологических теорий?

Решение их, сложившееся под сильным влиянием субъективного идеализма, было предложено Эддингтоном и Милном.

Эддингтон, называвший свои гносеологические взгляды „селективным субъективизмом“, не отрицал того, что многие конкретные выводы физики в астрономии получены, исходя из обобщения наблюдательных данных. Он допускал также, что „существуют законы, которые, по-видимому, имеют свое местопребывание во внешней природе“[16], хотя и не думал, что такое утверждение является окончательным. Однако, исходя из высказанной Кантом идеи, что подлинная наука начинается тогда, когда разум предписывает законы природе, а не заимствует их у нее, Эддингтон считал, что фундаментальные законы физики, а также физические константы могут быть установлены из теоретико-познавательных („эпистемологических“) соображений, полностью независимых от опыта. По словам Эддингтона, „все законы природы, которые обычно считаются фундаментальными, могут быть выведены из эпистемологических соображений. Они соответствуют априорному знанию и являются поэтому полностью субъективными“[17]. Интеллект, „незнакомый с нашей Вселенной, но знакомый с системой мышления, при помощи которой человеческое сознание интерпретирует содержание своего чувственного опыта, был бы способен достигнуть всего физического знания, которое мы получили экспериментальным путем. Он не вывел бы отдельные события и объекты нашего опыта, но вывел бы те обобщения, которые мы получили, основываясь на них.[18] Фундамен-

---

[16] А. С. Эддингтон. Пространство, время и тяготение, стр. 197.

[17] A. S. Eddington. The Philosophy of Physical Science, Cambridge, 1939, p. 57.

[18] A. S. Eddington. Relativity Theory of Protons and Electron, Cambridge, 1936, p. 327.

тальные законы физики говорят нам нечто о нашем собственном сознании, но очень мало о внешнем мире. Как пишет сам Эддингтон: „Мы нашли, что там, где наука пошла дальше всего, ум только отвоевал себе у природы то, что он в нее вложил“[19]. Законы физики также и абсолютны — в силу независимости от опыта. Эддингтон сравнивает физика с Прокрустом, „чьи анатомические исследования роста путешественников выявляют лишь длину постели, на которой он заставлял их спать“. „Все-таки я не думаю, — продолжает Эддингтон, — что мы допускаем непозволительно вольное обращение с Вселенной, хотя и обходимся с ней по-прокрустовски“[20].

В качестве примера теорий, построенных на основе гносеологических предпосылок чисто дедуктивным путем, Эддингтон указывал на релятивистскую космологию и особенно на разработанную им „фундаментальную теорию“, связывающую атомные константы с некоторыми космологическими параметрами.

Во многом сходные представления защищал и Э. Милн. Он также считал законы природы субъективными построениями и старался развивать свою космологическую теорию „кинематической относительности“, по собственным его словам, „без каких бы то ни было ссылок на эмпиризм“, за исключением осознания течения времени.[21]

Эти взгляды Эддингтона и Милна вызвали резкие возражения со стороны представителей самых различных философских направлений.

Позитивист Г. Дингл рассматривал их как попытку возрождения аристотелевских традиций, по его мнению, глубоко чуждых современной философии, которая может быть лишь эмпирической. Его известная оценка априоризма Эддингтона, Милна (и Дирака) звучит так: „Сочетание паралича разума с пьяной фантазией“[22]. Отрицая возможность априорного знания, Г. Дингл считал, что всякое научное знание исходит из опыта и в этой связи ссылался на Галилея. (Вспомним, однако, что законы физики, применяемые при конструировании нашего знания о Вселенной, являются, по его мнению, лишь сокращенными стенограммами опыта). Эддингтон, отстаивая априорное знание в физике, ответил Динглу следующим образом: „Имеют или нет мои взгляды что-либо общего с Аристотелем, все равно они являют определенный контраст с „галилеанскими“ взглядами; и я чувствую огромное удовлетворение от того, что шокировал приверженцев этой последней школы“[23].

С другой стороны, некоторые ученые, критикуя „пифагорейскую мистику чисел“, в которую, по их мнению, впал Эддингтон, выводив-

---

[19] А. С. Эддингтон. Пространство, время и тяготение стр. 159.

[20] A. S. Eddington. Relativity Theory. . . , p. 329.

[21] E. A. Milne. An the Origin of Ravas of Nature. „Nature“, v. 139, N 3528, 1937, p. 987.

[22] H. Dingle. Modern Aristotelianism. „Nature“, v. 139, N 3528, 1937, p. 786.

[23] „Nature“, v. 139, N 3528, 1937, p. 1000.

ший из чисто математических соображений связи между комбинациями микрофизических и космологических величин, вообще отрицали эвристическую роль математики в изучении Вселенной.[24] Они считали, что все наше знание о Вселенной должно получаться лишь путем прямой и непосредственной трансформации эмпирических данных, несмотря на полное несоответствие такого взгляда действительному развитию астрономии. Совершенно справедливо отрицая априоризм Эддингтона и Милна и подчеркивая роль опыта в исследовании Вселенной, они в то же время недооценивали значение исходной системы знания и вступали в противоречие с тем фактом, что теоретическое знание не сводится к эмпирическому и не выводится из него путем одной лишь логической индукции.

Дилемма: „априоризм или эмпиризм?", „дедуктивизм или индуктивизм?", с такой страстью обсуждавшаяся в астрономии 20—30 лет назад, является ложной. На самом деле познание физического мира, в том числе и Вселенной, немыслимо как вне наличной системы знания (которая выступает для исследователя в качестве относительно „априорной"), так и без обращения к опытным данным. Она с необходимостью включает как дедуктивные, так и индуктивные способы исследования.

В связи с критикой гносеологических установок Эддингтона и Милна это подчеркивали, например, Дж. Джинс и М. Борн. Иронизируя над утверждением Эддингтона, что из эпистемологических соображений можно показать, будто масса протона в 1837 раз больше массы электрона, Джинс пишет, что тогда из тех же соображений можно было бы доказать, например, что масса яблока в 1837 раз больше массы апельсина.[25] Выдающийся современный физик М. Борн считает, что философия Эддингтона, „которая провозглашает триумф теории над экспериментом", представляет собой „значительную опасность для здорового развития науки". Он выделяет в истории науки „своего рода цикл, периоды развертывания экспериментальных исследований, чередующиеся с периодами теоретического развития"[26].

Эддингтон, несомненно, во многом прав, когда подчеркивает, что наши выводы о Вселенной существенно определяются исходными гносеологическими предпосылками исследования. Глубокие различия таких теорий современной астрономии, как теория однородной изотропной и анизотропной неоднородной Вселенной (в космологии) или теории структуры и эволюции звезд и звездных систем, развиваемые, с одной стороны, представителями „ортодоксального" направления (к ним примыкает пока большинство астрофизиков) и, с другой стороны, бюраканским направлением, во многом обусловлены различием их исходных предпосылок. Роль этих предпосылок была настолько велика, что они,

---

[24] См., например, Э. Кольман. Возрождение пифагореизма в современной физике. „Под знаменем марксизма", № 8, 1938.

[25] J. Jeans. Phisics and Philosophy, p. 76.

[26] М. Борн. Физика в жизни моего поколения. М., 1963, стр. 135—136.

например, в конечном счете приводили даже к отбору разных эмпирических данных, считавшихся существенными для теории. Например, „ортодоксальная“ теория звездной эволюции состоянии основывается на знаниях о звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела, тогда как бюраканское направление решающее значение придает фактическим данным о нестационарных звездных группировках, группах и скоплениях галактик.

Это значит, что в известном смысле оправдано сравнение физиков (и астрофизиков) с Прокрустом. Всякая наука, в том числе и астрономия, изучает мир субъективно — с точки зрения человеческой практики, ее задач, интересов и т. д. Далее, астроном имеет дело с отдельными фрагментами природы, поддающимися наблюдению на данном этапе развития технических средств, а законы и структуры эволюции Вселенной не лежат на поверхности наблюдаемых явлений. Он пытается понять суть этих явлений, набрасывая на них ту теоретическую „сеть“, которая имеется в его распоряжении. Таким образом, Вселенная как бы укладывается в „прокрустово ложе“ теоретических возможностей субъекта. Наконец, по крайней мере в тех случаях, когда речь идет о радикально новых представлениях, они в момент своего выдвижения обычно еще не имеют достаточного эмпирического и теоретического обоснования, их появление представляет собой „скачок“ мысли, направленной на разрешение трудностей и противоречий, возникших в теоретических представлениях.

Короче, с точки зрения материалистической диалектики наша „сеть“, которую астрономы „набрасывают“ на Вселенную в процессе ее изучения, отнюдь не является априорной в том смысле, который хотел ей придать Эддингтон. Она представляет собой обобщение и аккумуляцию предшествующего опыта и, следовательно, „априорна“ лишь в сугубо относительном смысле.

Познание Вселенной направлено на отражение реальности по ее собственным законам. Природа, со своей стороны, не только „подсказывает“, но и настойчиво „навязывает“ нам как способы описания реальности, так и законы теоретического уровня знаний, в том числе и фудаментальные законы физики. „Сеть“, при помощи которой мы усваиваем Вселенную в знании, является лишь средством познания реальных явлений и должна уточняться и развиваться на основе новых данных опыта.

Иными словами, эмпирические данные играют в познании совсем не такую скромную роль, как получается у Эддингтона и Милна. Они важны при построении фундаментальных теорий, что отмечается большинством крупнейших физиков современности.

Убедительное свидетельство тому — неожиданность большинства наиболее значительных открытий современной астрономии, которые не только не были предсказаны на основе „общепринятых“ теорий, но и долгое время спустя все еще не могут быть уложены в существующую систему знания. Неожиданными оказываются не только многие факты, но и описывающие их теоретические закономерности. И если выяснится, что для описания по крайней мере некоторых нестационарных процессов во Вселенной необходимо обобщение известных сейчас

фундаментальных физических теорий, будет получен еще один лишний довод против взглядов Эддингтона об „априорности", „субъективности" и „абсолютности" этих теорий.

Проблеме взаимосвязи эмпирических и теоретических факторов в синтезе нового знания о Вселенной уделяет большое внимание и Ф. Хойл. Он отмечает, что по одному и тому же поводу часто выдвигается большое число научных теорий, причем тому, „кто не работает активно в какой-либо области науки, трудно себе представить, как много можно сказать в пользу любой из множества противоречащих друг другу теорий"[27]. Хойл подчеркивает также, что астрономия страдает и от „ложных фактов" — в прошлом это случалось чаще, чем сейчас. В отличие от экспериментальных наук, где обычно возможно изменить первоначальный эксперимент и провести его по-иному, если его результаты вызывают сомнения, все, что мы можем сделать в астрономии — это повторить наблюдение. Часто наблюдения осуществляются на пределе возможностей инструмента; тем самым ситуация еще более усложняется.

В силу подобных причин Хойл первоначально был склонен недооценивать роль фактов в астрономии. Его в большей степени привлекало рассмотрение различных вариантов теоретически мыслимых схем и моделей астрофизических явлений. Однажды он даже высказался следующим образом: „Трудность состоит не в том, чтобы выдумать процесс, а в том, чтобы выбирать между различными представляющимися возможностями"[28].

Эти взгляды Хойла вызвали в свое время резкую критику.[29] Ряд ученых отмечал, что Хойл в соответствии со своими теоретико-познавательными установками мало заботился о том, чтобы разрабатываемые им теории достаточно полно учитывали известные факты (во многих случаях они прямо противоречили эмпирическим данным). Отвечая своим оппонентам, Хойл мог сказать лишь то, что во всякой теории встречаются свои трудности. Но дальнейшее развитие астрономии заставило его во многом изменить точку зрения по этим вопросам и отвести эмпирическим данным значительно большую роль в познании Вселенной, чем та, которую он готов был признать за ними раньше.

Хотя несколько теорий, говорит Хойл, какое-то время могут конкурировать между собой, но „рано или поздно все они, кроме одной, будут отброшены"[30]. Что же меняет ситуацию? Если раньше существовал веский довод в пользу отброшенной ныне теории, то почему он перестал быть убедительным? Такое „смещение акцентов", по мнению Хойла, бывает вызвано по меньшей мере тремя причинами. Первая — появляются новые данные или новые аргументы, гораздо более

---

[27] Ф. Хойл. Галактики, ядра и квазары. М. 1968. стр. 81.

[28] Monthely Notices of Royal Astronomicel Society, v. 105, 1945, p. 313.

[29] См., например, Труды Второго совещания по вопросам космогонии. М. 1953.

[30] Ф. Хойл. Галактики, ядра и квазары, стр. 81.

убедительные, чем любые существовавшие ранее: они и позволяют сделать выбор в пользу одной из конкурентных теорий. Второе — может выясниться, что решающие наблюдения, которые противоречат теории, интуитивно принимаемой большинством специалистов (что тем самым мешает принять эту теорию), являются ошибочными. Таким образом, теория подтверждается, тогда как „менее привлекательные" теории оказываются излишними. Третье — может случиться, что совершенно ошибочной теории было отдано предпочтение перед той, которая в конце концов окажется верной, так как мы сначала неправильно решили вопрос, какая из альтернативных теорий является „наиболее вероятной", и не смогли выбрать истинного направления исследований.

Таким образом, астрономов, которые считали бы, что основные черты структуры и эволюции Вселенной можно установить, пренебрегая эмпирическими данными, сейчас уже почти не осталось.

3. Астрономия и проблема адекватности знания

Еще один важный вопрос состоит в следующем: ведет ли развитие астрономии ко все более адекватному отражению различных сторон объективного мира, природы?

Позитивисты и этот вопрос рассматривают, как бессмысленный. Сегодня, — утверждают они, — нам известна одна совокупность эмпирических данных, и мы строим, исходя из них, некоторую теорию. Завтра появятся новые данные, и наши теории должны будут соответственно измениться. Однако, если вся проблема объективности знания объявляется „псевдопроблемой", то снимается и вопрос, будут ли новые теории Вселенной ближе к объективной реальности, чем им предшествовавшие. Современные космологические, астрофизические космогонические теории, как утверждают позитивисты, обоснованы в той же мере, в какой считалось обоснованным в свое время, например, учение Аристотеля. Но дальнейшее развитие науки, по мнению позитивистов, камня на камне не оставило от этого учения. И вообще, как считает, например, Г. Мак-Витти, точка зрения которого в ряде моментов близка позитивизму, раз Кеплер, Ньютон или Эйнштейн доказывали, что их предшественники заблуждались, то и вся „наука неизбежно пребывает в заблуждении"[31]. Революция в астрономии, с точки зрения позитивистов, должна рассматриваться лишь как новое доказательство того, что эта наука не имеет дела с объективной истиной. С другой стороны, некоторые ученые, признававшие объективную истинность предшествующих теорий, также были бессильны правильно решить проблему адекватности знания в астрономии. Их позиция сводилась к следующему: раз новые теории в космологии, астрофизике, космогонии не соответствуют классическому идеалу объективного знания, тем хуже для них! Значит, они ни в каком смысле не отражают объективной реальности и дол-

[31] Г. К. Мак-Витти. Общая теория относительности и космология, стр. 21.

жны быть отвергнуты. Но как быть, если, например, теория расширяющейся Вселенной не только хорошо соответствовала открытому независимо от нее факту „красного смещения" в спектрах далеких галактик, но и оказалась способной даже предсказать приблизительно линейный характер закона „красного смещения"? Аргументы, которые приводили эти ученые, по сути, совпадали с теми, которые в свое время схоласты выдвигали против теории Коперника. Быть может, теория расширяющейся Вселенной, говорили они, и дает математическое описание наблюдаемых явлений, но она не отражает объективной реальности. „На самом деле" Вселенная устроена по Ньютону! (как раньше говорили: по Птоломею!) Критика астрономии XX в. с подобных позиций, как и следовало ожидать, оказалась совершенно бесплодной

Реальный процесс развития современной астрономии находится в. непримиримом противоречии как с метафизическими, так и с позитивистскими взглядами на проблему адекватности знания. В то же время он убедительно подтверждает решение этого вопроса, которое дает ленинская теория отражения.

Как подчеркивал В. И. Ленин, человек не может охватить-отобразить природы *всей,* полностью, в ее „непосредственной цельности", он может лишь *вечно* приближаться к этому, создавая абстракции, понятия, законы, научную картину мира и т. д. и т. п."[32]. Наши знания о природе — всегда лишь приближенные копии, то есть более или менее схематические модели объективной реальности. Однако в ходе развития научного познания достигается все большая адекватность знания.

С точки зрения ленинской теории отражения, утверждение о том, что каждый последующий этап развития знания опровергает все, что считалось истиной на предыдущем, ошибочно. Более того, оно просто основывается на совершенном непонимании процесса развития научного познания. Научное познание — в том числе и познание Вселенной — развивается от знания менее полного, точного, глубокого (то есть менее адекватного объективной реальности) к знанию все более полному и глубокому.

Учение Аристотеля не было *абсолютным* заблуждением. Несмотря на множество фантастических и просто ошибочных положений, которые сейчас могут лишь вызвать у нас улыбку, в нем содержались и рациональные моменты, которые оказали огромное влияние на все последующее развитие научной мысли. Не была заблуждением и ньютоновская физика. Ведь мы и сейчас в большинстве случаев пользуемся механикой Ньютона. Эйнштейн доказал не то, что Ньютон во всем заблуждался, а то, что ньютонова механика и теория тяготения справедливы лишь в известных границах, лишь с определенной степенью точности. Вне этих границ они должны быть заменены теориями более общими и точными.

Современная астрономия не только отражает неизмеримо большее число сторон и аспектов природы, но она отражает природу и более

---

[32] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений. т. 29, стр. 164.

адекватно. Перечеркивая ряд ошибочных моментов, содержавшихся в прежних представлениях о структуре и эволюции Вселенной, она многое лишь уточняет и обобщает. Вместе с тем система знания о Вселенной достигает все большей внутренней согласованности.

Неабсолютность совпадения системы знания и объективной реальности, или, иными словами, относительность тождества знания о природе с природой „самой по себе", находит свое выражение в процессе развития системы знания, ее уточнения и углубления. Этот процесс чрезвычайно сложен и противоречив. „Отражение природы в мысли человека, — писал В. И. Ленин, — надо понимать не „мертво", не „абстрактно", не без движения, не без противоречий, а в вечном процессе движения, возникновения противоречий и разрешения их"[33]. Формой разрешения значительных противоречий, возникших в системе научного знания, а именно ее противоречий с новыми эмпирическими данными, и внутренних трудностей теории является научная революция. Это — закономерный этап развития научного знания, важная веха в движении ко все более адекватному отражению объективной реальности. Одну из таких примечательных вех представляет собой и современная революция в астрономии.

---

[33] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 177.

ГЛАВА 12

ХИМИЯ И ПРОБЛЕМА ОТРАЖЕНИЯ

Ленинское предположение об отражении как свойстве всей материи[1] стимулировало философские исследования этого свойства в неживой и живой природе на всех основных структурных уровнях ее организации. И здесь важное значение имеют данные неорганической и органической химии, квантовой химии и биохимии; эти данные могут быть использованы для гносеологического анализа химической формы отражения.

1. О специфике химического отражения

Изучение химической формы отражения сопряжено с рядом трудностей, присущих исследованию отражения всех уровней и всех форм взаимодействий в неживой природе, а также специфических трудностей, обусловленных особенностями химических процессов.

Когда мы рассматриваем высшие формы взаимодействия отражаемой и отражающей систем, отношения объекта и субъекта в животном мире и в обществе, то выделение отражаемой системы (оригинала) и отражающей (субъекта отражения и познания), различение процессов их взаимодействия и отражения не представляет особых трудностей. Это выделение облегчается самим фактом неравноценности функций объекта и субъекта в их отражательном отношении. Если для объекта неорганической природы (который мы рассматриваем в функции отражающей системы) полученные отпечатки, следы, качественные и количественные изменения не используются им для своего самосохранения и развития, то есть они „безразличны" для него, то живая система активно использует следы, изменения, полученные в процессе воздействий на него оригинала, для своего самосохранения и развития. А это позволяет отличить продукты и процессы физического взаимодействия от продуктов и процессов отражения как такового, хотя ясно, что взаимодействие и отражение неразрывно связаны. Современные научные данные свидетельствуют о том, что эволюция неорганической природы, усложнение ее форм (при наличии соответствующих условий) совершается по законам физических и химических взаимодействий и не более.

---

[1] См. В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 39—40, 91.

Для того чтобы отличить процесс и продукт отражения от процессов и продуктов обычных физических взаимодействий, В. С. Тюхтин в ряде своих работ[2] вводит понятие о функции (и принципе) активного выделения, извлечения информации об оригинале из запечатленного в отражающей системе результата ее взаимодействия с объектом-оригиналом. Это позволило снять некоторые трудности в трактовке свойства отражения в неживой природе. Выбор одностороннего отношения между отражаемым и отражающим телами в неживой природе и различие между их взаимодействием и отражением совершается в абстракции познающим субъектом, тогда как объективно происходит взаимоотражение, при котором обе системы равноправны. Отсюда и делается вывод о том, что „снятие" этой равноценности и реализация одностороннего отношения-отражения совершается в живых системах, которые активно используют результаты воздействий извне (и изнутри), то есть превращают свойство отражения неживой природы из его объективно-потенциальной формы существования в актуальное (активное) биологическое отражение. Это превращение совершает и познающий субъект, выбирая (в зависимости от поставленной задачи) одностороннее отношение отражения и активно извлекая из результатов взаимодействия объектов сведения об оригинале.

Однако и при такой трактовке отражения остаются трудности, связанные с тем, как именно выделить отображение из взаимодействия, содержание оригинала из продукта взаимодействия отражаемой и отражающей систем.

В случаях взаимодействий, опосредствованных промежуточной средой (например, электромагнитным полем) решение указанной проблемы облегчается, так как реальный „вклад" воздействующего объекта в продукт его взаимодействия с другим объектом либо значительно больше, либо легко отделим (в случаях линейной зависимости, например, колебательных систем и процессов).

А случаи непосредственных и особенно таких взаимодействий, когда оба реагирующих объекта в одинаковой степени активны, представляют наибольшие трудности. Таковы, например, взаимодействия и взаимопревращения элементарных частиц.

Именно такой тип взаимодействий и характерен для химических взаимодействий веществ, для химических реакций.

Эта первая особенность химических взаимодействий демонстрируется прежде всего тем фактом, что при каждой химической реакции реагирующие вещества в принципе находятся в *равнозначном* положении, и воздействие одного вещества на другое неразрывно связано с обратным воздействием. Это значит, что *не существует химического воздействия без химического взаимодействия.* Взаимодействие, как подчеркивает Ф. Энгельс, исключает всякое абсолютно первичное и абсолютно вторичное.[3] Все это значительно осложняет

---

[2] См., например, В. С. Тюхтин „Теория отражения и современная наука". М., 1971.

[3] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 483.

определение исходных взаимодействующих веществ и их состояний по результатам их реагирования, особенно в случаях обратимых реакций.

Другой наиболее характерной особенностью химических взаимодействий является наличие *качественного изменения* вступающих во взаимодействие веществ. Не случайно Ф. Энгельс назвал химию наукой о качественных изменениях тел, происходящих под влиянием изменений в их составе.[4] Разумеется, качественные изменения происходят не только при химических взаимодействиях. Но здесь это качественное превращение выражает суть и специфику процесса. В конце химической реакции взаимодействующие вещества претерпевают качественные изменения и превращаются в другие. Взаимодействовать — это значит для химического вещества прекратить свое существование как одного вида и превратиться в качественно другое вещество. Таков естественный конец химической реакции, что не является типичным для биологических процессов, где взаимодействие является необходимым условием для существования биологического индивида. Эта особенность химического взаимодействия создает новые дополнительные трудности при исследовании химического отражения. Не только отражаемое, но и отражающее становится „жертвой" своего взаимодействия; и вопрос о следах, которые остаются, а также и о соответствующем внешнем выражении этих еледов становится гораздо более специальным и трудным для разрешения. При этом главная трудность здесь заключается в том, что отражающая система не остается прежней: после взаимодействия она является качественно иной.

Третьей важной особенностью химической формы движения и соответственно отражения можно считать то, что эволюция химических взаимодействий на уровне органических веществ *непосредственно* приводит к зарождению жизни и к неразрывно связанной с живыми системами новой биологической форме отражения. А биологическая форма отражения, как отмечалось выше, есть процесс активного использования внешних воздействий для самосохранения организмов путем организации (на основе отражения) их поведения в окружающей среде. Естественно считать, что такой качественный скачок был подготовлен предбиологическими системами. Такого рода системами, которым присущ более высокий уровень химизма, следует считать некоторые виды каталитических реакций, для которых существенной становится функция особого „посредника" химических реакций — функция надсистемного „организатора"[5]. На основе развития такого рода катализаторов, по-видимому, возникли временные связи со средой у простейших организмов и зачатки нервной системы.

Эволюция предбиологических систем шла в направлении отбора таких устойчивых систем, стабильность которых начинала обеспечи-

---

[4] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 387

[5] См. главу 14 в этой книге.

ваться не реакциями типа Ле-Шателье, а типа автокатализа с перерастанием к зачаткам биологической раздражимости, к биологическому отражению и уравновешиванию со средой.

2. Об особенностях знания в области химии

Объективное содержание знаний любой отрасли естествознания определяется как местом самих познаваемых объектов в системе форм бытия материи, так и теми способами, методами, которыми достигается это знание.

Объективный статус химии как особой науки может быть объяснен кругом объектов, принадлежащих определенному уровню организации материи, и теми их закономерностями, которые не могут быть „сведены" (то есть отождествлены) к закономерностям других областей явлений. В связи с успехами атомной физики на протяжении 20—30 лет предпринимались попытки предмет химии „растворить" в физике, а законы химии свести к законам физики.

Известно, что предмет химии как науки менялся в процессе ее собственного развития, а также под влиянием развития остальных наук и особенно успехов и запросов наук, которые находятся в непосредственной к ней близости, — физики и биологии. Исследуя закономерности и проявления химизма, свойства, состав, структуру химических веществ и реакций, специалисты приходили к различным выводам о специфике химического движения и, таким образом, решали конкретно-исторически вопрос о предмете химии как науки. Конечно, здесь речь может идти не о каком-то наиболее удачном и окончательном решении этого вопроса. Диалектическая природа предмета химии, как и каждой отдельной науки, является фактом. Развитие химии свидетельствует о расширении сферы ее исследований, об обогащении и уточнении ее представлений об особенностях „химического бытия".

В настоящее время предмет химии не исчерпывается изучением только атомов и простых молекул; сейчас в ее предмет входит ряд сложных систем, таких как, например, макромолекулы, коллоиды, растворы, сплавы, смеси, кристаллы и т. п. В предмет химического исследования включены вещества с переменным, а не только с постоянным составом. Органическая химия переросла в биохимию, являясь основой для объяснения, предсказания и расчета не только элементарных биологических явлений, но и некоторых весьма сложных явлений, связанных с медициной и психологией („психофармакология"). Это, конечно, не снимает биологической специфики этих явлений, но применение методов биохимии обогащает арсенал средств самой биологии.

С другой стороны, объяснение и точный расчет химических реакций нуждаются в том, чтобы, исходя из более фундаментального уровня материи, изучаемого атомной и ядерной физикой, на основе их мето-

дов решать эти задачи. Так сложилась, например, квантовая химия, которая на основе расчетов движения электронов во внешней оболочке атомов предсказывает химические свойства и состояния (например, устойчивость одних полимеров и неустойчивость других), а также принципиальные возможности получения новых веществ. Квантовая механика и квантовая химия объяснили, раскрыли природу и механизм многих химических „феноменов", например, природу и механизмы химической связи, валентности, химической изомерии и т. д.

Предмет химии является объективной базой ее дифференциации и интеграции внутри ее самой и в связи с другими науками, а также и того места, которое она занимает в системе научного знания. Дифференциация химического знания, рождение различных химических дисциплин опирается в конечном счете на объективную дифференцированность химизма.

Конечно, взаимоотношения между отдельными отраслями химии, а также между химией и остальными науками, и, в первую очередь, с физикой и биологией, стали исключительно сложными; разграничение между ними уже не так явно, как прежде. Это, естественно, создает и соответствующие затруднения при исследовании этих взаимоотношений и ставит задачи „комплексных" исследований вещества. При этом не следует недооценивать специфику каждого аспекта исследования, „растворять" химию в физике, биологию в физической химии. Из того, что появились квантовая химия, физическая химия, не следует, что химия утратила свой предмет исследования.

Познавательная деятельность в химии, как свидетельствует ее история, протекала в борьбе разных воззрений, в процессе выдвижения одних и смены других гипотез, при господстве односторонних решений в течение определенного периода времени и т. д. Известно, например, что и сама теория атомарного строения вещества отрицалась и ей противопоставлялась так называемая динамическая теория; что воззрение о постоянстве состава химического соединения долгое время считалось единственно верным и исчерпывающим научное решение этого вопроса; что в процессе химического взаимодействия атом остается либо вполне неизменным, либо в процессе этого взаимодействия он полностью ликвидируется как материальная структурная единица, и остаются только электроны, атомные ядра и молекулы и т. д. Развитие химического знания показывает, как ученые-специалисты расширяли, уточняли, углубляли и поднимали на более высокий уровень свое теоретическое знание, освобождаясь непрестанно от субъективизма, эмпиризма и механицизма.

Характерной особенностью познания в области химии является теснейшая связь аналитической и синтетической тенденций и методов в теоретической химии, а через синтез — внутренняя связь теории с экспериментом и химическим производством. Этот союз теоретической химии с экспериментом и производством послужил и в дальнейшем останется главным условием ее развития. После работ Бутлерова и Менделеева каждый теоретический шаг в анализе химических реагентов, их новых свойств и зависимостей друг от друга, условий их существования, как правило, вскоре компенсировался, „уравновешивался"

синтетическими исследованиями: на основе аналитических данных ставились и решались задачи по созданию новых веществ, соединений с заранее заданными свойствами, новых видов реакций. Эти синтетические исследования, в свою очередь, порождали разработки по технологии получения таких веществ и соединений сначала в виде лабораторных экспериментов, а затем и в масштабах целых отраслей химического производства. А в настоящее время некоторые виды экспериментов стали просто невозможны без мощной производственной базы.

Но химическое производство является не только целью и сферой приложений химических знаний. Оно вместе с тем служит, как известно, наилучшим гарантом, или критерием, истинности химических знаний. Практическая деятельность химика (в лаборатории или же в производстве) и представляет собой надежное средство для сопоставления и проверки идей, теорий и законов химии, для успешной борьбы против скептицизма и агностицизма на почве химии. Не случайно Ф. Энгельс указывал, что практическое получение химических веществ, их производство служат надежным критерием истинности и лучшим средством для опровержения агностицизма.

Тенденция к сокращению сроков реализации в производстве теоретических изысканий специалистов-химиков ведет к наращиванию темпов роста химии как науки. Современная химия сложилась как сложная система наук, находящаяся в сложных взаимоотношениях с другими науками, главным образом с физикой и биологией. Процессы ее все возрастающей математизации и применение вычислительной техники значительно ускоряют ее развитие и расширяют ее возможности. Все возрастает использование в химии нехимических теорий, моделей и методов, как и обратное — химические теории и методы используются в других науках.

Все это вызывает появление новых, не только специфически химических, но и общеметодологических вопросов, решение которых требует приложения коллективных усилий специалистов и, что исключительно важно, сознательного применения принципов и категорий диалектического материализма, марксистско-ленинской теории отражения.

РАЗДЕЛ III

БИОЛОГИЯ И КИБЕРНЕТИКА

О ПОЗНАНИИ СУЩНОСТИ ЯВЛЕНИЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

1. Введение

Выяснение сущности явления наследственности обрело научную основу после создания теории гена. Это случилось в 1900 г. после вторичного открытия законов Менделя. Г. Мендель в своих опытах с горохом доказал существование особых факторов наследственности, которые от Иогансена в 1909 г. получили наименование генов. В 1905 г. сама наука о наследственности и изменчивости была названа Бэтсоном генетикой.

В начале века Иогансен и другие исследователи не видели необходимости в изучении материальной природы генов. Однако после синтеза знаний о наследственности и развитии, осуществленного Вилсоном в конце XIX столетия на базе клеточной теории, перед учением о наследственности встали задачи его синтеза с биохимией, физиологией и цитологией.

Появление хромосомной теории наследственности около 1910 г. в трудах Т. Х. Моргана[1] и других знаменовало собою крупный шаг в изучении наследственности. Существование генов оказалось связанным с материальными структурами хромосом клеточного ядра.

В 1929 г. Н. К. Кольцов[2] перевел всю проблему на новый уровень. Он сформулировал мысль, что сущность наследственности надо искать не просто в материале хромосом, а в конкретных молекулярных структурах, которыми обладает хромосома. В соответствии со взглядами, господствовавшими в то время, Н. К. Кольцов признал белки материальной основой генов. Он разработал принцип матричного самоудвоения генных молекул, чем создал идейные основы для современной молекулярной генетики.

Однако еще в 1871 г. Мишер[3] открыл, что в состав хромосом наряду с белками обязательным компонентом входит нуклеиновая кислота. Это послужило скромным началом того движения, которое в наши дни

---

[1] Morgan T.H. Amer. Naturalist, 1910, p. **44**, p. 449—496; Morgan T.H. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 1910, **8**, N I, p. 17—19.

[2] Н. К. Кольцов. Физико-химические основы морфологии. М.—Л., 1929.

[3] Miescher F. In: Hoppe-Seyler F. Medicinisch-chemishe Untersuchungen, Berlin, 1871, August, Hirschwald. S. 441—460.

привело к революционным событиям в области биологии. В 1928 г. Гриффитц[4] показал, что вещество убитых клеток пневмококков одного штамма может трансформировать генетические свойства другого вида. В 1944 г. Айвери и др.[5] показали, что это вещество есть дезоксирибонуклеиновая кислота. В 1952 г. Херши и Чейз[6] показали, что при инфекции фагом в клетки проникает только нить ДНК, белковая оболочка остается на поверхности клетки. Все это сместило центр основных интересов генетики, вместо белка в качестве материального носителя наследственности стали признаваться молекулы нуклеиновых кислот и в первую очередь молекулы дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК), представленные в хромосомах человека, у всех высших форм и у многих бактерий, вирусов и фагов.

События 1953 г. оказались переломными после того, как Уотсон и Крик[7] выяснили физико-химическую организацию и генетическое значение структур ДНК.

2. Эпоха монополизма нуклеиновых кислот в проблеме наследственности

После 1953 г. наступило бурное время перестройки всей теории. Была раскрыта сущность: генетического кода; ДНК-зависимого синтеза через явления транскрипции и трансляции, осуществляющиеся посредством молекулы РНК; ауторепродукции генетического материала; молекулярных основ строения гена и его мутаций.

Это время в проблеме наследственности можно охарактеризовать как эпоху, идущую под знамением признания монопольной роли молекул ДНК. Во многом гипнотизирующее действие оказывал тот факт, что генетическая информация действительно записана в молекулах ДНК, в отдельных генах, несущих специфические системы кодонов, определяющих синтез специфических молекул белка.

Однако и на этом этапе развития молекулярной генетики было очевидным, что существование, сохранение, эволюция и функционирование нуклеиновых кислот в клетке являются не только источником синтеза белка, но и, в свою очередь, зависят от жизнедеятельности белков и других клеточных биохимических и физиологических систем.

Существенным было открытие реального ферментативного синтеза при ауторепродукции молекул ДНК. В 1956 г. А. Корнберг[8] выделил фермент ДНК-полимеразу, который синтезирует комплементарную полинуклеотидную нить по матрице, предшествующей одноцепочечной

---

[4] Griffith F. J. Hygiene, 1928, 27, p. 113—159.

[5] Avery O. T., MacLeod C. M., McCarty M. J. Exptl. Med., 1944, **79**, p. 137.

[6] Hershey A. D., Chase M. Cold Spring Harb, Symp. Quant. Biol., 1952, **16**, p. 471—479.

[7] Watson J. D., Crick F.H.C. Nature. 1953. **171**, N 4356 p. 737—738.

[8] Kornberg A., Lehman I.R., Simms E.S. Federat. Proc., 1956, **15**, N 1, p. 291—292.

молекуле ДНК. На этой основе А. Корнберг[9] в 1967 г. разработал условия для экспериментально управляемого синтеза ДНК в бесклеточной системе, что позволило через искусственный ферментативный синтез воспроизвести живую молекулу бактериофага $\varnothing \times 174$.

3. Центральная догма, защита генетического материала, процессы мутации в связи с работой систем ферментов

Факты взаимообусловленности между молекулами ДНК, РНК и белков в явлениях жизни были очевидны на всех этапах молекулярной генетики после утверждения того принципа, что генетическая информация записана в молекулах ДНК или РНК. Однако они рассматривались не как содержание явления наследственности, а лишь как основа структурно-биохимического и физиологического проявления жизни. Явление наследственности ограничивалось рамками записи генетической информации в молекулах нуклеиновых кислот и ее влиянием на синтез специфических белков.

Эта концепция получила свое оформление в виде так называемой центральной догмы молекулярной биологии, которая была сформулирована Ф. Криком[10] в 1958 г. Согласно этой догме, информация, записанная в молекулах ДНК, транскрибируется на молекулы информационной РНК и затем в рибосомах через трансляцию при кодировании триплетами порядка интеграции аминокислот детерминирует синтез специфических молекул белка. Характерной чертой центральной догмы было признание строгой направленности потоков информации, идущих от ДНК и РНК к белку. Огромные достижения молекулярной генетики 60-х годов обогатили это учение величайшими открытиями о сущности синтеза белка в клетке. И тем не менее при всем значении успехов в выяснении генетической детерминации синтеза белков сейчас стало ясно, что центральная догма не приняла во внимание важнейших явлений интеграции в клетке, не учла связей, сложных переходов и опосредствований, что характерно для живой системы.

Тот факт, что формирование новых свойств ДНК через мутации зависит от метаболических условий в клетке, был хорошо известен. Однако лишь сравнительно недавно выяснилось, что ферменты, с одной стороны, защищают ДНК от предмутационных поражений, а с другой, играют определенную роль при их переходе в истинные мутации. Келнер[11] и независимо от него Дулбекко[12] в 1949 г. открыли явление фотореактивации, состоящее в том, что поражение, вызванное

---

[9] Goulian M., Kornberg A., Sinsheimer R.L. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.. 1967, **58**, N 6, p. 2321—2328.

[10] Crick F.H.C. In: The Biological Rerlication of Macromolecules. Cambridge, Univ. Press., 1958, p. 138—163.

[11] Kelner A. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 1949, **35**, N 2, p. 73—79.

[12] Dulbecco R. Nature, 1949, **163**, N 4155, p. 949—950.

в ДНК при действии ультрафиолетового света (2537 Å), снимается при последующем освещении клеток видимым светом (4000 Å). Молекулярный механизм этой защиты состоит в следующем. Энергия ультрафиолетового света вызывает в ДНК образование димеров тимина. Клетки содержат ферменты, способные расщеплять димеры. Однако они эффективны лишь после их активации энергией видимого света. Димеры тимина являются первичными поражениями в ДНК, их устранение погашает явление мутации.

Исчезновение димеров тимина происходит и без освещения клеток видимым светом[13]. Это явление получило название темновой репарации. Оказалось, что в этом случае молекулярный механизм репарации связан с вырезанием димеров из нити ДНК[14]. Это вырезание есть следствие работы эндонуклеаз. Затем происходит расширение бреши, благодаря действию экзонуклеаз, ее застройка по нормальной матрице, имеющейся в противолежащей полинуклеотидной нити, наконец, происходит сшивка построенного участка с самой полинуклеотидной нитью с помощью действия лигаз.

Эти открытия показали, что защита генетической информации от первичных поражений, возникающих в молекулах ДНК, осуществляется на основе действия целой системы ферментов, которые сами синтезируются в клетке под действием определенных генов. Последнее стало очевидным после получения целого ряда мутантов дефектных по разным ферментам темновой репарации.

В случае подавления ферментов темновой репарации кофеином[15] или акрифлавином[16] уровень мутаций также повышается.

Однако не только защита, но и формирование новых химических свойств ДНК через мутации связано с работой ферментов. Естественно, что при нарушении репликативного синтеза через вставки неверных оснований должны возникать мутации. Синтез новой нити на исходной одноцепочечной матрице идет с помощью ДНК-полимеразы. Работа этого фермента может быть нарушена в случае мутаций гена, который программирует его синтез. Спейер[17] показал, что фаг Т4, несущий мутацию 43 гена, кодирующего синтез ДНК-полимеразы, обладает повышенной, почти в 2000 раз, частотой мутирования. В других случаях мутации этого же гена улучшают работу ДНК-полимеразы и выступают как антимутагены[18].

---

[13] Setlow R. B. Carrier W.L. 1964. Proc. Nat. Acad.Sci. U.S.A., **51**, N 2, p. 226—231.

[14] Boyce R.P., Howard-Flanders P. 1964. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., **51**, N 2, p. 293—300.

[15] Lieb M. Z. Vererbungslehre, 1961, **92**, N 4, p. 416—429.

[16] Witkin E. M. J. Cell. and Compar. Physiol., 1961, **58**, Suppl. I, p. 135—144; Witkin E. M. Proc. Nat. Acad Sci. U. S. A., ,1963, **50**, N 3, p. 425—430.

[17] Speyer J. F. Biochem. and Biophys. Res. Communs, 1965, **21**, N 1, p. 6—8.

[18] Speyer J. F., Rosenberg D. Cold Spring Harbor Symp.

Работа ферментов, по-видимому, обеспечивает появление так называемых полных мутаций, когда первичное повреждение, возникающее в одной нити ДНК, переносит свое влияние и на вторую нить. Природа этого явления еще не ясна. В одной из гипотез[19] высказывается, что в процессе появления полных мутаций основным фактором является работа системы темновой репарации.

Явления рекомбинаций гомологов также оказались связанными с действием ферментов темновой репарации; при их осуществлении имеют место процессы мутаций.[20]

Все эти материалы отчетливо показали, что не только общая жизнедеятельность молекул ДНК в клетке, но и само формирование генетической программы находится под влиянием ферментных систем. Они вели к формированию новых воззрений на сущность и глубину взаимодействия молекул ДНК, РНК и белков. Однако их принципиальное значение не раскрывалось в полной мере, пока не наступила эпоха ревизии центральной догмы молекулярной биологии.

4. Ревизия центральной догмы молекулярной биологии

Серьезным упрощением центральной догмы был практический отказ от признания возможности обратных связей в потоках генетической информации. Это упрощение было недавно атаковано в пункте, утверждавшем невозможность обратного потока информации от молекул информационной РНК на молекулы самих генетических структур, то есть на ДНК. Начиная с 1949 г., ряд авторов — Маршак А.[21], Дудней С. О. и Хаас Ф. Л.[22], и особенно Г. С. Стент[23] — выступили с соображениями, что РНК при определенных условиях может быть предшественником ДНК. В 1960 г. С. М. Гершензон, И. П. Кох и др.[24] истолковали свои опыты с вирусом ядерного полиэдроза гусениц или куколок тутового шелкопряда как возможность образования ДНК при помощи РНК.

---

[19] Dubinin N. P. Proc. XII th Intern. Congr. Genetics, 1969, **3**, p. 79—92.

Н. П. Дубинин, В. Н. Сойфер. „Известия АН СССР", серия биология, № 5, стр. 637—648.

[20] В. В. Кушев. Механизмы генетической рекомбинации. Л., 1971.

[21] Marshak A., Calvet F. J. Cell and Compar. Physiol., 1949, **34**, N 3, p. 451—455.

[22] Doudney C. O., Haas F. L. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., 1959, **45**, N 5, p. 709—722. Quant. Biol., 1968, **33**, p. 345—350.

[23] Stent G. S. J. Gener. Physiol., 1955, **38**, N 6, p. 853—865.

[24] С. М. Гершензон, И. П. Кох, К. И. Витас, Г. Н. Добровольская, И. Н. Скуратовская. „Доповіди АН УРСР", 1960, № 12, стр. 1638—1641.

Однако начиная с 1963 г. наибольшую настойчивость в защите идеи о возможности обратной информации от молекул РНК на молекулы ДНК проявил Х. М. Темин. В начале он дедуктивно обосновал необходимость передачи информации по этому руслу, а затем в 1970 г. доказал ее существование.

Основным в теоретических соображениях Темина была попытка объяснить тот хорошо известный факт, что опухолевые вирусы, содержащие свою генетическую информацию в молекулах РНК, превращают нормальные клетки человека и других животных в раковые клетки, если они перед этим долгое время были интегрированными в хромосомах человека, сохраняясь в них и ауторепродуцируясь в качестве профага. Как же интегрируются молекулы РНК фага с геномом клетки хозяина? Ведь в хромосомах человека генетическая информация представлена молекулами ДНК! Темин разрешил это противоречие, высказав мысль, что вирусная РНК сначала транскрибируется в провирус в виде молекулы ДНК, которая интегрируется в качестве профага в ДНК хромосомы хозяина.

До середины 1970 г. все данные, в том числе и все данные Темина о переносе информации с РНК на ДНК, имели гипотетический характер. Однако в июньском номере журнала „Nature" за 1970 г. была опубликована статья Темина и Мизутани[25] и независимо от них статья Балтимора[26], в которых сообщалось об установлении факта существования в опухолевых вирусах, содержащих РНК, фермента, использующего вирусную РНК в качестве матрицы для синтеза молекул ДНК. Этот фермент обеспечивает механизм, который направляет генетическую транскрипцию в обратном направлении, от молекулы РНК на молекулы ДНК.

Открытие этого беспрецедентного фермента, безусловно, окажет глубокое влияние на всю молекулярную биологию и поможет выяснить механизм вызывания злокачественного роста РНК-овыми вирусами.

Однако, кроме этого, хотя и важнейшего, но все же конкретного значения, ревизия центральной догмы молекулярной биологии имеет общий глубокий методологический смысл: было обнаружено, что жесткость правил при переходе генетической информации в виде ее однонаправленности не является законом. Стало очевидным, что в потоках генетической информации, вопреки основам старой центральной догмы, имеют место обратные связи, что характеризует все сложные самоуправляющие системы. Крик[27] согласился с этой ревизией догмы, указывая при этом, что все же основными потоками во всех клетках служат переносы информации, предусмотренные центральной догмой:

ДНК ⟶ ДНК
ДНК ⟶ РНК
РНК ⟶ белок

---

[25] Temin H. M., Mizutani S. Nature, 1970, **226**, N 5252, p. 1211—1213.

[26] Baltimore D. Nature, 1970, **226**, N 5252, p. 1209—1211

[27] Crick F. Nature, 1970, **227**, N 5258, p. 561—563.

Следует отметить, что ревизия центральной догмы, кроме сказанного выше, ставит еще одну серьезную проблему. Дело в том, что обратный поток информации направлен на формирование генетических структур в хромосомах со стороны молекул, работающих в клетке. Это формирование качественных особенностей генных молекул ДНК имеет вполне направленный характер, будучи адекватным тем особенностям, которые приобретают молекулы, работающие в клетке. Фермент, обеспечивающий транскрипцию молекул ДНК с молекул РНК, работает по принципу матричного катализа, при котором все нуклеотиды транскрибируемой молекулы оказываются комплементарными матричной молекуле РНК.

Это является исключительно новым и серьезным подходом к вопросу о путях изменчивости генов. Если молекулы информационной РНК окажутся измененными при их работе в клетке, то все их новые особенности в случае транскрибирования будут адекватно перенесены на молекулы ДНК, создавая таким путем направленную изменчивость генетического материала. Пока обратная связь информации ограничивается системой молекул ДНК-РНК, вопросы направленной изменчивости, обеспечиваемой этим механизмом, еще не приобретают своей остроты. Это обусловлено тем, что работа молекул информационной РНК специализирована, связана только с трансляцией кода на синтез молекул белков. Другое дело — белки, на которых зиждется вся жизнь и взаимосвязь организмов со средой. Если бы было открыто, что существует адекватно транскрибируемая обратная связь от молекул белка на молекулы РНК и ДНК, тогда бы рухнула идейная основа современной молекулярной генетики и биологии. В этом случае правомерно было бы ставить вопрос о правильности принципа наследования благоприобретенных признаков.

Факты и методологический анализ показывают, что от белка адекватно транскрибируемой обратной связи не существует. Невозможность потока адекватной транскрибции от белка к белку обусловлена стереохимическими причинами, а от белка к молекулам ДНК и РНК трудностями считывания алфавита белка при его передаче на триплеты молекулы нуклеиновых кислот. В этом случае требовалось бы наличие самостоятельного сложного механизма для обратного транскрибирования с молекул белка. Такой механизм не обнаруживается в клетке. В этом таится исторический смысл становления генетической автономности организма, стабилизации индивидуального развития и сохранения биологической индивидуальности особи в течение ее жизни. Природа создала субстрат жизни из сложнейших белковых молекул, алфавит информации которых закрыт для обратного адекватного транскрибирования в их системе после получения ими информации извне. Природа использовала и усугубила трудности обратной адекватно транскрибируемой связи от белка на молекулы РНК и ДНК, чем вызвала к жизни индивидуальность и историзм органических форм.

Невозможность обратной адекватно транскрибируемой связи от молекул белка на молекулы РНК и ДНК, однако ни в коей мере не говорит об отсутствии обратных связей от белка на РНК и ДНК. На-

против, здесь с величайшей силой действуют обратные связи, демонстрируя всю серьезность принципа „опосредствования" в потоках генетической информации. Существование и ауторепродукция генетических молекул ДНК, появление и функционирование информационных молекул РНК невозможны без взаимодействия с комплексом белковых молекул (ферментов), в свое время синтезированных при программирующем влиянии со стороны генов. Таким образом, потоки генетической информации в клетке осуществляются детерминированно на базе широкого взаимодействия в системе прямых и обратных связей между молекулами от ДНК и РНК к белкам. Специфика этих связей очень велика. В приблизительной оценке они распадаются на две главных категории:

1) связи, адекватно передающие генетическую информацию — прямая связь (от ДНК к РНК к белкам), обратная связь (от РНК к ДНК);

2) связи, опосредствованно передающие генетическую информацию (от белка к ДНК и РНК).

Открытие фермента, списывающего молекулы ДНК с молекул информационной РНК и получившего название обратной транскриптазы, имеет еще одну принципиальную сторону. Оно открывает перспективы для ферментативного синтеза генов. Успех химического синтеза гена проявился в работе Корана и др.[28], когда они синтезировали ген аланиновой транспортной кислоты, содержащий всего лишь 77 нуклеотидов. Однако обычно в среднем гены содержат до 1000 нуклеотидов. Прочитать в них последовательность нуклеотидов и связать эти нуклеотиды в структуру гена представляется исключительно трудной задачей. Другое дело ферментативный синтез нужной молекулы ДНК с выделенной из клетки молекулы информационной РНК данного гена. В принципе это открывает всеобъемлющие перспективы для того, чтобы синтезировать любой ген данного организма. Здесь имеются большие трудности, состоящие в неразработанности методов получения индивидуальных молекул информационной РНК. Однако на первом же примере были показаны возможности этого замечательного подхода к синтезу живых копий генов путем их транскрипции с индивидуальных молекул информационной РНК. Выделение информационной РНК, транскрибированной с гена, кодирующего синтез гемоглобина, позволило ряду авторов с помощью обратной транскриптазы синтезировать гемоглобиновый ген в виде отрезка ДНК, списанного с матрицы его РНК[29].

5. Регуляторная деятельность как одно из главнейших генетических явлений

Существенной стороной живого является его системность, интегрированность процессов. Клетка бактерии удваивается каждые 20—30 минут.

[28] Khorana H. G., Büchi H., Caruthers M. H., Chang S. H., Gupta N. K. et al. Cold Spring Harbor Quant. Biol. 1968, **33**, p. 35—44.

[29] Ross J., Aviv H., Scolnick E., Leder P. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 1972, **69**, N I, p. 264—268.

В ней 10^6 молекул белка. Она содержит 3000 генов, стало быть каждый ген в среднем за 20 минут должен выработать 3300 молекул белка. Количество разных типов молекул белка колеблется от 10 до 500 000. Все процессы развертываются во времени. Это показывает всю глубину интеграции и регуляции генетических явлений в клетке. Проблема регуляции генетических явлений выходит в наши дни как основная на авансцену молекулярной генетики. Наличие определенных механизмов регуляции было обнаружено при изучении организации генетического материала в хромосоме. У бактерий были открыты серии тесно сцепленных генов[30], имеющих последовательность расположения, которая совпадает со звеньями биохимических реакций в биосинтезе программируемого вещества. В 1959 г.[31] было открыто, что в этих случаях выход конечного продукта во многом зависит от условий роста, однако соотношение активности фермента от каждого гена внутри группы остается постоянным. Это показало, что такая группа генов ведет себя как единица регуляции. В 1961 г. Жакоб и Моно[32], расширив эти наблюдения, создали идею об опероне как о единице регуляции группы структурных генов. Регуляция активности генов оперона осуществляется при помощи гена регулятора и оператора. Первый программирует синтез молекул, которые блокируют транскрипцию молекул и РНК с гена оператора. Мутации в обоих этих генах нарушают процессы регуляции. В ряде экспериментов эти идеи были подтверждены[33].

В работе оперона было обнаружено явление полярности[34], состоящее в том, что мутация оператора предотвращает действие всех структурных генов, а мутации каждого из структурных генов предотвращают действие генов, лежащих от них справа. Жакоб и Моно высказали

---

[30] См. Hopwood D. A., Sermonti G. Adv. Genet. 1962, **11**, p. 273—342.
Demerec M., Blomstrand I., Demerec Z. D. Proc Nat. Acad. Sci. U.S.A., 1955, **41**, N 6, p. 359—364.
Demerec M., Demerec Z. E. Brookhaven Symp. Biol., 1956, N 8, 75—87.
Fargie B., Holloway B. W. Genet. Res., 1965, **6**, N 2, p. 284—299.
Hartman P. E. Bubl. Carnegie Inst., 1956, N 612, p. 35—61.

[31] Ames B. N., Garry B. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., 1959, **45**, N 10, p. 1453—1461.

[32] Jacob F., Monod J. J. Mol. Biol., 1961, **3**, N 3, p. 318—356.

[33] Ptashne M. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., 1967, **57**, N 2, p. 306—313.
Gilbert W., Müller-Hill B. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 1967. **58**, N 6, p. 2415—2421.

[34] Loper J. C., Grabnar M., Stahl R. C., Hartman Z., Hartman P. E. Broolhaven Sympos. Biol. 1964, N 17, p. 15—52;
Becwith J. R. J. Mol. Biol., 1964. **8**, N 3, p. 427—430.
Franklin N. C., Luria S. E. Virology, 1961, **15**, N 3, p. 299—311.

идею, что оперон транскрибируется в виде общей молекулы и-РНК, что затем было подтверждено рядом экспериментов. Анализ нехваток и мутаций в лактозном опероне привел Жакоба, Ульма и Моно[35] к открытию в его системе гена промотера, представляющего собою точку начала транскрипции оперона.

У бактерий существуют регуляции на уровне регулона, когда несколько оперонов из разных участков ДНК оказываются связанными в своем выражении. Так, аргининовый регулон включает 8 генов в 5 разных районах хромосомы.

Генетика оперонов, кроме ее конкретного значения имела своим следствием разработку проблемы функционирования генов на уровне молекулярного понимания процессов транскрипции, связанной с контролем инициации и терминации синтеза информационной РНК. Транскрибирование требует взаимодействия трех соединений: ДНК, белка в виде РНК-полимеразы и и-РНК.

Для начала инициации молекулы РНК-полимеразы должны узнавать структуру промотера в опероне. Гены могут иметь полипромоторную конституцию. Это показывает, что функционирование генов на уровне транскрипции основано на „умении" специфических белков распознавать специфические участки ДНК.

Крупное значение для развития проблем регуляции имели принципы, разработанные Р. Б. Хесиным[36]. Было показано, что на ДНК, изолированной из зрелого фага Т2, синтезируются только те молекулы и-РНК, которым свойственна транскрипция с генов, функция которых характерна для начальных стадий заражения.

Это показало существование белков, способных распознавать различия в последовательности нуклеотидов в ДНК. На этой основе по Хесину в бактериальной клетке разыгрывается сложный процесс регуляции генов, принципиально отличный от теории Жакоба и Моно. В регуляции по Хесину принимает участие РНК-полимераза, видоизменяющаяся по мере развития фага с участием модифицированных молекул ДНК, так как для транскрипции последних необходима репликация ДНК.

В основе обоих типов регуляции, поскольку и вещество репрессора оказалось белком, лежит способность белков узнавать в ДНК специфические последовательности нуклеотидов. Это новое свойство белков, механизм которого не известен, еще раз с особой силой подчеркнуло рождающуюся в молекулярной биологии фундаментальную мысль, что явление жизни базируется на взаимодействии белков, ДНК и РНК.

Основные принципы регуляторных механизмов на уровне транскрипции у высших форм, по-видимому, схожи с бактериями и фагами. Однако у высших форм при их скоростях эволюции отборное преимущество комбинативной изменчивости привело к тому, что у них осуществление

---

[35] Jacob F., Ullman A., Monod J. C. r. Acad. Sci., 1964, **258**, N 11, p. 3125—3128.

[36] Khesin R. B. In: RNA-Polymerase and Transcription. North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1970, p. 167—189.

биосинтезов в основном не связано с внутрихромосомной организацией генов. Гены цепей данного биосинтеза у эукариот оказываются распределенными по генетическому материалу. У высших форм в некоторых случаях обнаруживаются и элементы оперонов. Так, для нейроспоры[37] обнаружен оперон при синтезе ароматических аминокислот. Считается[38], что и полипептиды человека продуцируются опероном. Таким образом, проблема регуляции генов активности у высших форм еще более сложна, чем у бактерий и вирусов.

Хорошо показано, что синтез индивидуальной белковой молекулы осуществляется под контролем определенного структурного гена. Однако развитие особи и жизнедеятельность клетки протекает на уровне сверхмолекулярных структур и сложных процессов. Задача состоит в том, чтобы показать, как влияние отдельных генов и комплексные структуры, составленные из многих генных продуктов, определяют гармоничные, целенаправленные, целостные процессы морфогенеза и жизни клетки.

Укажем, что в клетке ферменты организованы в виде полиферментных комплексов, в сборке которых участвуют целые системы генов. Отдельные молекулы или целые агрегаты молекул ферментов могут быть встроены в клеточные мембраны. В этих условиях проявление действия генов зависит от многих причин, связанных с содержанием и сборкой таких ферментных систем. Для выяснения путей влияния генов на надмолекулярные структуры крупную роль призвано сыграть изучение действия генов при их контроле над морфогенезом у бактериофагов, где генетико-биохимическая сторона событий разработана исключительно глубоко. Здесь оказалось возможным изучить прямое действие продуктов гена на образование сверхмолекулярных структур в их последовательности при развитии частицы фага.

Для высших форм важнейшей является проблема регуляции генной активности при появлении разных типов клеток и процесса целостного развития на базе одного исходного оплодотворенного яйца. Контроль активности ферментов в этом случае может осуществляться на трех стадиях: при транскрибировании молекул и-РНК, при трансляции информации молекул и-РНК на синтезируемый белок; при прямой регуляции активности готовых молекул фермента. В этих явлениях должен работать сигнал, передатчик и получатель сигнала. Возможен сигнал внутриядерный, внутрицитоплазматический, из ядра в цитоплазму и обратно. Существенно, что регуляция активности в этом случае не ведет к стойким необратимым изменениям в генетическом материале. Гердон[39] показал, что пересадка ядра из клеток кишечника лягушки в безъядерную яйцеклетку ведет к развитию лягушки. Серьезным элемен-

---

[37] Giles N. H., Case M. E., Partridge C. W. H., Ahmed S. I. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., 1967, **58**, N 4, p. 1453—1460.

[38] Gollub E., Zalkin H., Sprinson D. B. J. Biol. Chem., 1967, **242**, N 22, p. 5323—5328.

[39] Gurdon J. B. Proc. Roy. Soc., London, 1970, **176B**, N 1044, p. 303—314.

том регуляции у высших форм служит подавление активности генов определенного района или во всей хромосоме в результате активации действия генетических элементов гетерохроматина. Этот эффект гетерохроматизации, возможно, связан с репрессирующим влиянием гистонов. В этом, вероятно, кроется загадка нуклеопротеидной организации хромосом высших форм (эукариот) сравнительно с бактериями и вирусами, где генетическая информация записана в хромосомах, составленных только из молекул ДНК или РНК.

Новые данные по генной регуляции отчетливо показывают, что в текущее время вырастает новая проблема о формах и сущности генетической регуляторной программы. На бактериях и фагах показано, что функционирование структурных генов требует целой системы регуляторов в виде гена регулятора, промотора и оператора. Сложность развития высших форм, по-видимому, требует такого объема регуляторных генетических механизмов, который равен (а возможно, и превышает) объем у ДНК, занятой программированием синтеза белков в клетке. Осуществление интеграции требует своего многостороннего, сложного генетического аппарата, сущность которого мы пока не знаем. Крик[40] полагает, что у дрозофилы отдельные диски в их политенных хромосомах заняты ДНК, несущей регуляторные функции, содержание которых составляет громадную часть от всей ДНК этих клеток. До сих пор интригующие факты о так называемой избыточной ДНК, которая не несет уникальных структурных генов, трактовались как доказательство полимерного строения генов у эукариот. В некоторых случаях это доказано. Однако львиная доля избыточной ДНК — это, по-видимому, та ее часть, занятая генетической регуляторной программой, которая пока еще скрывает свое содержание и форму организации от исследователей. Очевидно значение разработки проблем генетической регуляции и интеграции для решения задач селекции животных, растений и микроорганизмов. Вмешательство в эти процессы обещает коренные изменения в продуктивности и специализации органических форм.

* * *

Новое положение в молекулярной генетике вызвано появлением данных о ферментной защите генетических структур от поражений, о роли ферментных систем в явлениях мутаций и рекомбинаций. Это новое положение четко свидетельствует о том, что надо отличать запись генетической информации в структуре молекул ДНК от сложных явлений наследственности, лежащих в основе жизни клетки, развития особи и эволюции. Очевидно, что наследственность — это процесс структурно-биохимического воспроизведения интегрированных типов обмена веществ на базе передачи по поколениям структурной и регуляторной генетической информации. Эта информация подвержена изменениям в процессах индивидуального и исторического развития.

[40] Crick F. Nature, 1971, **234**, N 5323, p. 25—27.

Ясно также, что явление наследственности шире понятия о материальном субстрате, в котором записаны возможности развития наследственных свойств. Вначале было общепринято ошибочное мнение, что явление наследственности связано с белками и в них же записана генетическая информация. Затем наступила эпоха признания монопольного значения молекул ДНК и РНК. Крупнейшие открытия последних 10 лет показали, что хотя генетический код действительно записан в молекулах ДНК или РНК, однако явление наследственности этим далеко не ограничивается. Стало ясным, что сущность наследственности как явления жизни заключена во взаимодействии молекул белков с нуклеиновыми кислотами. Белки синтезируются под действием программы, записанной в отрезках молекул ДНК. Однако в силу глубоких обратных связей жизнь самих молекул ДНК, их ауторепродукция, процессы мутаций, рекомбинаций, транскрибирование с них потоков генетической информации, словом все генетические явления, связанные с молекулами ДНК, не могут осуществляться без действия ферментов, то есть молекул белка. К этому надо добавить наличие адекватной обратной связи от молекул и-РНК на ДНК и существование цитоплазматической наследственности и всего сложного единства клетки. Совершающийся переход молекулярной генетики с уровня идей о монопольной роли ДНК на уровень понимания основополагающего значения *взаимодействия и связи ДНК-РНК-белки* в интегрированной, исторически созданной открытой живой системе отражает новый методологический подход ко всей проблеме наследственности, жизни и процессов индивидуального развития особи. Нет сомнений, что этот общий принцип повлечет за собою немало изменений во многих наших современных воззрениях.

ГЛАВА 14

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ГИПЕРСТРУКТУРЫ КАК ФОРМЫ ОТРАЖЕНИЯ

1. Понятие гиперструктуры и необходимость специфических методов отражения

Относительно связи отображения и информации имеется ряд концепций. Мы придерживаемся в данной главе следующей трактовки этой проблемы. Информация рассматривается нами как такая сторона (или „срез") *содержания* процессов и результатов отражения, которая выражает упорядоченность, организованность отображенного объекта. Понятие информации абстрагировано от остальных характеристик содержания отражения (в частности, образа). Однако, как увидим ниже, оно находится в центре многих теоретико-биологических проблем, таких как проблемы индивидуального поведения, развития организмов и проблемы эволюции. Биологическое отражение в целом проходит ряд ступеней развития. Для более высоких форм отражения характерно возрастание относительной самостоятельности и системности; биологическая информация также должна приобретать самостоятельность и системность. Рассмотрим некоторые особенности информации в связи с переходами от примитивных биологических форм отображения к более развитым, а следовательно, и к более развитой системности самой информации.

Но можно ли говорить о какой-то реальной самостоятельности „информации как таковой"? Ведь информация, подобно энергии, не существует сама по себе. Наоборот, она, как и вообще отражение, чаще всего „представляет" в данном носителе (если не касаться вопроса о возможности внутреннего происхождения информации) нечто другое — структуры других объектов, выступая как „сторона" содержания отражения; а оно образуется, в свою очередь, только в виде „стороны" результатов взаимодействия данного объекта с другими в более обширной группе, системе объектов. Тем не менее, даже примитивные виды информации образуют в своих непосредственных носителях (именно непосредственных, функции которых выполняют в дифференцированных объектах, как правило, только определенные части, специализированные органы, устройства) такие структуры, которые обычно чужды этим носителям по своим признакам и происхождению, представляют в них структуры *несходных* с ними внешних объектов или *других* час-

тей данного объекта как целого. Например, на участке полимера нуклеиновой кислоты может быть представлена структура остова молекулы белка.

В живой природе и в обществе информация становится все менее „связанной", все менее информацией „в себе". Напротив, она приобретает характер информации „от" и „для" объектов более высоких уровней, чем ее непосредственные носители. Ее собственные „сгущения", узлы, выполняющие *функции организаторов* и их частей (тоже разнородных, если сами организаторы развиты), приобретают своеобразные структуры. Пусть это не вполне „субстанциональные вещи" (по выражению Дж. Г. Вуджера), пусть это скорее „структуры в структурах" — аналогично понятию „систем в системах"; несамостоятельность их происхождения и существования ничуть не мешает тому, что в ходе своего развития эти узлы приобретают не только свои собственные структуры, но и свою специфическую субстанцию. Их субстанция—это отношения „надсистем"[1] их непосредственных носителей, вернее, отношения отношений. Легко видеть, что после строгого доказательства этого общего положения можно будет получить в качестве дедуктивных выводов ряд известных высказываний, имеющих большое значение для частных наук, но обоснованных пока лишь эмпирически. К их числу принадлежат положения о единстве физического и информационного в макромолекулах некоторых веществ (М. В. Волькенштейн) и вообще „физического" (энергетического) и кибернетического (информационного) в „элементарном биофизическом явлении" (Ю. Н. Полянский) или о единстве биологического и социального в человеке, причем социальное в нем отображает различные совокупности „общественных отношений".

Эти структуры в структурах, присущие информации „от" и „для" надсистем[2] ее непосредственных носителей, были названы по отношению к последним сверхструктурами, „гиперструктурами". Их возникновение и развитие облегчается тем, что в работе узлов биологической и особенно социальной информации все более разносторонне используется кодирование.

Как известно, благодаря кодированию самые сложные комплексы отношений и их производных могут быть представлены сравнительно простыми видоизменениями непосредственных структур носителя отображения, информации (часто эти термины употребляются как синонимы). Поэтому узлы и структуры информации, выражающие как бы проекции от высших уровней данного целого и на них, могут проникать на уровни относительно простых подсистем и даже элементов данного объекта, если, конечно, те и сами к этому пригодны.

[1] А. И. Каценелинбойген. Методологические проблемы управления сложными системами. В кн. „Проблемы методологии системного исследования". М., 1970, стр. 95—97.

[2] Термин „надсистемы" удачно дополняет термин „подсистемы", означая не всякую вообще „более -обширную систему", а только ту, в которой данный объект существует в качестве одной из органичных частей (подсистем или основных элементов), т. е. ту, с которой данная система связана особенно тесно и разносторонне, органично.

Тогда такие „части", как, например, клеточное ядро, головной мозг или искусственные субстраты с текстами, становятся отображающими элементами „рефлексивных систем" (В. А. Лефевр). В этих элементах, каждый из которых и сам может быть на предыдущем уровне сложно организованной системой, информация не только сгущается, конденсируется, но и приобретает специфическую организованность и преемственность. Ее содержание и структуры выражают тогда не только „историчность" все более „индивидуализируемых" объектов, но также и определенные этапы *истории развития самой информации.*

Происхождение такой информации, как правило, коренится не в исходных свойствах непосредственного носителя, а в истории его надсистемы, — в тех группах ее отношений, которые существовали и развивались раньше, чем возник данный носитель или чем он оказался вовлеченным в надсистемные для него отношения. В частности, это правило применимо к решению вопроса о происхождении социальной сущности человека как „совокупности общественных отношений": ее можно рассматривать в качестве гиперструктуры человеческого организма.

Если Б. В. Ахлибиинский[3] в определенном смысле прав, называя информацию „чистой структурой", то это может относиться, согласно излагаемой здесь концепции, именно и только к той или иной гиперструктуре. Говоря о „взаимосвязи" понятий системы и информации, надо сказать также о системности самой информации, а значит и о специфических структурах, свойственных ее дискретным, выделенным образованиям, которые могут приобретать, как и отображение в целом, относительную самостоятельность и собственную „организаторскую" активность. Эти образования, все более впитывающие в себя то, что относится не к самим их носителям, а преимущественно к надсистемам последних или вообще ко все более обширным „сферам деятельности" управляющих и самоуправляемых субъектов отображения, принадлежат к различным типам *систем информации*, короче — *„инфов"*. Собственные структуры „инфов" — это гиперструктуры их непосредственных носителей.

Такие соотношения нередко очень сложны и включают несколько уровней. Это можно наблюдать при изучении систем информации, вынесенных человеком на подходящие предметы его природной или искусственной среды. Например, на магнитофонной ленте может быть записан доклад, где излагается теория социальных систем и основанный на ней план социальных преобразований. Он закодирован в определенных единицах и последовательностях, сочетаниях достаточно дискретных (для данного способа декодирования) физических изменений. В данном случае это изменения в ориентации микроскопических ферромагнитов, неодинаковой на разных малых участках, в „доменах" поверхностного слоя ленты. Прямые соотношения этих участков образуют определенные „непосредственные структуры" ленты, но в них представ-

[3] Б. В. Ахлибининский. Информация и система. Л. 1969, стр. 113, 145 и др.

лены, ими опосредствованы(и должны обязательно „считываться“ определенными частями „декорга“, декодирующего аппарата, включающего после воспроизведения устной речи также рецепторы и мозг человека) какие-то совокупности социальных отношений. Это опосредствованные информационные структуры, гиперструктуры, „надсистемное“ (для ленты и для человека) происхождение и содержание которых создает в данном отображении специфическую систему социальной информации. Ее активная функция очевидна. Аналогичную „надсистемность“ и активность гиперструктур клеточного ядра генетике было трудно раскрыть, но теперь показано с достаточной очевидностью существование генетических систем информации или, как говорят, „систем генетической информации“ с их дискретными и даже „корпускулярными“ элементами (при тесной связи этой биологической информации с вещественными носителями).

Обрисованные схематически соотношения бывают еще сложнее; естественно, они тоже проходят свои уровни развития. Это выражается, в частности, и в том, что в различных формах сочетания, единства непосредственного и опосредствованного, характерного для гиперструктур и систем информации, не остается неизменным „центр тяжести“. Он смещается в ходе развития „инфов“, их непосредственных носителей и надсистем последних в сторону вторичного, опосредствованного, надсистемного. Если это строго доказать в общей форме, то отсюда можно получить в качестве частных дедуктивных следствий известные положения о примате биологического над физическим и химическим в развитой биосистеме (это положение пока остается еще спорным), или о том, что по мере исторического и индивидуального развития человека ведущая роль переходит в нем — конечно, не у зародыша и новорожденного или не во внутренних „механизмах“ физиологических функций и болезней — от биологического к социальному.

Из всего сказанного ясно, что „инфы“ и „гиперструктуры“, рассматриваемые *вместе* (но в *изменяющихся* соотношениях и связях) с непосредственными носителями, „не умещаются“ в современных общих определениях системы и структуры.

Понятия „инфы“ и „гиперструктуры“, рассматриваемые в плане отношений общих понятий системы и структуры (если рассматривать „инфы“ в их единстве с непосредственными носителями), нельзя свести к подчиненности частного общему. В определениях системы указываются только ее собственные части и взаимодействия между ними; реже к этому добавляется положение о необходимости прямых взаимодействий системы с ее средой, причем эти взаимодействия с наличной средой обычно понимаются в смысле спенсеровского „уравновешивания“ со средой, отображающего только физическое содержание лишь элементарных актов такого взаимодействия. Соответственно, в общих определениях „структуры“ указываются выражения упорядоченности отношений, частей и элементарных взаимодействий, тоже лишь внутренних для данного единичного объекта. Он рассматривается при этом только в своем наличном существовании, без соотнесения с прошлым и будущим его самого и его надсистем. Для „систем в системах“ и

гиперструктур, выражающих отношения надсистем данного носителя, такие общие определения недостаточны потому, что информация, как и вообще отображение, по большей части, за исключением „внутренней" (отличаемой от „внешней", по Н. М. Амосову), представляет в данном непосредственном носителе нечто другое, чуждое ему до того, как он получает отображение „своего подсистемного".

Объемы названных понятий вместе с тем отчасти совпадают, потому что инфы, рассматриваемые в их относительной самостоятельности, имеют свои „структуры" и тоже, конечно, принадлежат к числу „систем".

Необходимость специфических методов исследования этой сложной надсистемности и собственной системности узлов информации, очевидно, также может быть выведена дедуктивно. Это „частный случай" необходимости специальных методов изучения всякого образования, включающего не только актуальные, уже выраженные и проявляемые свойства, но и потенциальные, обычно скрытые от прямого наблюдения и представленные лишь некоторыми видоизменениями, модификациями наблюдаемых признаков. Значение этих модификаций обнаруживается только по их влияниям на процессы и результаты взаимодействий данного объекта-носителя с другими членами его надсистем и вообще на внешние для него отношения, а также на генезисе этого носителя — по результатам влияния развивающихся надсистем и их среды. К числу такого рода образований принадлежат любые „знаковые" элементы и системы, „значения" которых зависят от условных связей в обществе.

Можно без преувеличения сказать, что в науках об информации все более вырисовывается и выдвигается на первый план новый „системный объект" познания; это *инфы, то есть системы организованной и организующей информации.* Но недостаточно было бы говорить о необходимости применить в этой области методы „системного исследования". Вследствие все более содержательной связи „между уровнями", осуществляемой более всего именно информационными „процессами и образованиями", в данной области особенно важное значение приобретают исследования не только генезиса единичных объектов как систем с их непосредственными структурами, но также и происхождения в них опосредствованных информационных структур и систем отображения, „как бы нарисованных" в носителях „внутренних миров", по выражению В. А. Лефевра[4]. А это уже не „генезис" единичных объектов, это „история" тех более обширных систем, надсистем, куда не просто включены, „погружены" данные объекты, а включены функционально (т. е. в гораздо более сложные и содержательные отношения, чем те, какие имеются между образованиями в неживой природе).

Надо заметить, что термин „исторический" подход иногда счита-

---

[4] В. А. Лефевр. Системы, сравнимые с исследователем по совершенству. В кн. „Системные исследования". Ежегодник. М., 1969.

ется синонимом или просто другим названием „генетического" подхода. На деле первый значительно шире. Он не ограничивается изучением происхождения и развития данного единичного объекта, а предполагает изучение развития надсистемы (вернее, последовательно восходящих надсистем) этого объекта. Такие соотношения бывают очень сложными. Например, главная надсистема личности — общество, но не все целиком непосредственно, а через промежуточные уровни различных социальных образований. „Информационные макромолекулы" находятся и функционально взаимодействуют в их надсистемах ряда уровней — клеточных органелл, клетки, многоклеточного организма и популяций или семейно-стадных групп, вида и т. д. Все это, конечно крайне усложняет анализ. Во многих частных науках „исторические", исследования, как правило, существенно отличаются от изучения „генезиса" индивидуального развития частей данной надсистемы. Поэтому появлению такого системного объекта познания, который характерен, в частности, тем, что именно он осуществляет важнейшие (информационные) взаимосвязи между уровнями, должна соответствовать разработка не столько системно-генетического, сколько „системно-исторического"[5] подхода как своеобразного комплекса методов исследования, вводимого также в науки об информации и отображении.

По совокупности этих сходств и различий, которым соответствуют упомянутые отличия методологии их исследования, „инфы" должны быть выделены в какой-то специальный класс (или несколько классов) систем, а гиперструктуры — в класс или группу классов производных, опосредствованных структур, приобретающих, тем не менее, на высших уровнях организованности материи более важное значение, чем их собственные исторические основы, структуры физические и химические— никогда не отрываясь от них, однако приобретая все более существенную езависимость от их конкретных свойств и *единичных* представителей. Очевидно, это относится к содержанию и структурам высших форм отображения вообще.

Только благодаря этому и только в этом смысле информация „связанная" и „внутренняя" могла начать историю своего превращения в информацию, все более способную к освобождению от узкой связи со своими единичными вещественно-материальными носителями, к переходам на другие непосредственные носители. Только так и могла начинаться в материи (но не в субстратах, а в материи как системах) подготовка возникновения и истории высших форм отображения, а в них — информации.

2. Основные ступени биологических систем информации

К вопросу о возникновении „инфов" нельзя было бы правильно подойти, не учитывая их „сверхсистемность" и „сверхструктурность" по отношению к их непосредственным носителям.

---

[5] См. статью И. Т. Фролова в журнале „Вопросы философии", 1972, № 3.

Многое еще остается неясным в уникальной, однако по своей сути, вероятно, простой истории того, как „случайные апериодические полимеры“ нуклеиновых кислот („случайными“ были тогда и белки по расположению своих аминокислот в остове) стали необходимыми, сделались основными непосредственными носителями первичных единиц и узлов информации, используемой для управления и преемственности. Но можно считать несомненным, что их первичное, абиогенное образование осуществлялось без преемственности организации на уровнях макромолекул и их надсистем. Звенья этих полимеров соединялись в цепочки „сами“, под влиянием физико-химических факторов, — скажем, „сил сцепления“, свойственных молекулам очень многих веществ, способных к синтезу без управления извне. Такие молекулы не надо заставлять соединяться, направляя перемещения каждой из них, как это делается при биосинтезе остова белка в рибосомах „информационной РНК“ и целыми группами специализированных переносчиков, молекул „транспортной РНК“ (химические структуры и механизмы, действия которых сейчас интенсивно исследуются) при участии простых ионов ряда веществ в условиях водного раствора.

Для чего управление необходимо в клетке при биосинтезе новых молекул полимера? Дело в том, что полимеры эти не только апериодические, но вместе к тем и периодические, так как связи между звеньями (мономерами) в их остове и чередования „остатков“ определенного сахара и фосфорной кислоты совершенно одинаковы, а различаются лишь боковые радикалы, „остатки“ (на деле это главные их части, только без атомов водорода) азотистых оснований. Последние практически не влияют на расположение звеньев полимера вдоль остова. Поэтому если они предоставлены самим себе в условиях беспорядочной „толчеи“ умеренного теплового движения, характерной для жидкого раствора, то без управления они могут соединяться в любом порядке, справедливо называемом в этом отношении случайным.

Искусственное воспроизведение таких условий „в пробирке“, где имеются достаточные концентрации исходного материала, показало реальную возможность образования этих полимеров вне клетки. Но из тех же опытов, а также на основании известных данных о неспособности определенных полимеров нуклеиновой кислоты вирусов („вироспор“) воспроизводиться без помощи клеточных аппаратов, с очевидностью следует, что эти полимеры сами по себе не могли бы превратиться в носителей первичных узлов информации, используемой для первичных форм управления. Более сложные молекулы, кристаллы, растворы и т. д. — все эти и многие другие образования возникают в результате накопления единиц исходного субстрата (возникающих без преемственности индивидуальной организации), их объединения и различных прямых интегрирующих взаимодействий между ними и с непосредственно окружающей средой. Но „инфы“, даже самые примитивные, возникают и развиваются совсем иначе.

Группы генов и вообще единиц информации могут образовываться в своих носителях только в результате гораздо более сложных процессов, протекающих в более обширных системах, и только под

влиянием опосредствованных взаимодействий в этих надсистемах и с их средой, в порядке „косвенного" отображения, т. е. через отбор и подбор (селекцию) случайностных сочетаний и вариантов единиц. Процессы естественного отбора, конечно, „надсистемны" по отношению к любым „индивидуумам".

Суть дела еще и в том, что эта надсистемная по своему происхождению и содержанию информация не только сама организуется в системы, но и усиливает свои активные воздействия на другие элементы и совокупности элементов, передавая им части своих структур. В данном примере это соответствует действиям первичных генов, скажем, на биосинтез белков.

Отвлечемся от конкретных сведений и гипотез о механизмах влияний такого рода в клетке, отметим только главный принцип. Он состоит в том, что такие влияния не сводятся к передаче физических импульсов, хотя обязательно включают их; это не „движущие силы" Это — *организующие действия.* Принципы организующего действия предполагают использование и упорядочение, а не порождение физических импульсов. В данном примере они далеко не все еще известны, но достаточно ясно, что элементарное организующее действие состоит не в чем ином, как в акте выбора, избирательного ограничения. Осуществляются такие акты в основном знаменитыми триплетами боковых радикалов, „остатков" азотистых оснований. Каждый из них, поставленный в условия определенной надмолекулярной организации (скажем, в отверстии рибосомы, через которое как-то протягивается, перемещаясь, — здесь употребляется термин „транслокация", в другом разделе генетики имеющий иной смысл, — нить „информационной" РНК), предопределяет, предетерминирует притягивание одной из двадцати аминокислот в данный участок создаваемого остова будущей молекулы белка.

Самым „критическим" этапом возникновения „инфов" был, вероятно, тот, когда *одно и то же* расположение звеньев, ранее совершенно случайностное в указанном выше смысле, ничуть не изменяясь само по себе, сразу становилось необходимым для той надсистемы, которая приютила вовлеченную извне или возникшую в ее пределах молекулу этого замечательного полимера, т. е. становилось уже обязательным из-за своего влияния на синтез белковых молекул, необходимых клетке. Даже самые примитивные формы функционального включения этого безответственного сначала пришельца в подготовленную „предбиологическую", а потом и биологическую надсистему, где важную роль играют избирательно проницаемые мембраны (активная деятельность которых все интенсивнее исследуется „мембранной биологией"), сразу должны были превращать его в необходимого участника процессов онтогенеза и эволюции, в носителя „надсистемных" для него функций и узлов информации.

Во всяком случае, можно не сомневаться в том, что полимер, обладающий способностью влиять на синтез белков и притом воспроизводить себя (пусть как свой негатив, лишь „комплементарно") в условиях определенной надсистемы (клетки), должен был послужить для нее если не единственной, то главной основой развития биологической преемственности, онтогенетической и филогенетической. Благодаря этому

эффективность использования информации для управления возрастала. В целом это преемственность организации (В. А. Игнатьев), но не простого существования, основанная именно на информационных связях, а не на физической связи или простой последовательности состояний одного и того же объекта. В неживой природе встречаются только зачаточные формы преемственности организации. В живой природе она становится основой преемственности организованного и организующего отображения, а в нем— системной информации.

Преемственность создает основы еще одной способности, характерной для „инфов" и гиперструктур, —способности объединять в себе отображения прошлого, настоящего и будущего. Благодаря преемственности информации, в наличных связях и соотношениях между элементами данного носителя (например, между определенными частями звеньев биополимера подходящего вещества) могут быть закодированы те отношения и события, которые уже исчезли в его надсистеме, и программы или модели тех, которые еще не возникли. Таким образом, в отображающих (и притом организующих) членах, частях, элементах биосистем надорганизменных уровней, наряду с выделенностью „биотов", особей, их относительной автономностью в основных комплексах жизненных отправлений возникают сочетания свойств непосредственно-единичного и опосредствованного общего, выраженных как индивидуальное и племенное или родовое, системное и надсистемное, организменное и надорганизменное, а, кроме того, различные формы единства отображения и опережающего (перспективного) отображения. Организованная информация преимущественно надсистемна по своему происхождению и содержанию, отображенному и передаваемому, способному отчуждаться и „перевоплощаться"[6], переходить с одних носителей на другие. Кроме отнесенности „инфов" к надсистемам их непосредственных носителей, важное значение имеет и *самоотнесенность* „инфов", особенно — высших ступеней развития.

Однако все эти и некоторые другие сложные свойства системной информации, как и всякие другие сложно организованные комплексы свойств, не могли возникнуть сразу в „полной" форме, должны были проходить какие-то ступени, этапы исторического и индивидуального развития.

Некоторые особенности отношения „инфов" и среды мы сможем лишь упомянуть. Но сделать это необходимо, так как для жизни и для развития самой информации они имеют чрезвычайно большое значение.

Как известно, очень важен спорный еще вопрос о том, может ли „внутренняя" информация возникать без притока информации извне.

---

[6] Особый тип „перевоплощаемых систем" выделил Б. С. Флейшман (см. статью в книге „Проблемы методологии системного исследования", 1970, стр. 290—291), имея в виду „неизвестные" пока высшие „сложные системы", которые могут „менять свои вещественные носители", устойчиво сохраняя свои структуры и свою „индивидуальность". Ниже нам придется отчасти затронуть вопрос о такой возможности применительно к системам информации.

Отметим только логическую необходимость положительного ответа. Она вытекает, на наш взгляд, из признания возможности появления существенно нового при некоторых типах преобразований, возникающих в результате самоорганизации, из признания способности отображения (по крайней мере высших его видов) к такой самоорганизации, а также из не менее бесспорного развития этой способности у системного и активного отображения. Это дополняется развитием форм внешней организующей активности „инфов". Благодаря этому „инфы" могут быть источниками новой информации также и для тех „функциональных систем" (П. К. Анохин), где они играют роль организаторов (центральных и частных).

Самоотнесенность „инфов" отличается, в частности, тем, что они концентрируют в себе отношения, внутренние для надсистем своих непосредственных носителей (т. е. для специфической и важнейшей их внешней среды), как отношения между своими собственными частями. Это выражает, конечно, принципиальную производность и вторичность происхождения „инфов", однако вместе с тем также и принципиальную возможность развития их относительной, но все более существенной самостоятельности.

Такая „среда" и сама может в определенных своих частях становиться все более организованной. Более того, уровень и качество ее организованности могут превышать соответствующие показатели данного индивидуума. Становясь все более организованным в ходе эволюции онтогенезов и в ходе собственного онтогенеза, он способен и вынужден развивать возможности не только отображения, но и преобразования этой своей надсистемы. У принципа „рефлексивности" всегда есть ограничения, и даже человек в классовом обществе, как правило, отображает в своем сознании относительно узкие сферы социальных явлений. Тем не менее эти способности и возможности в хорошо организованных надсистемах могут и должны в принципе неограниченно развиваться. Попадая так или иначе в „блоки" управляющих аппаратов или получая другие возможности приобретать и передавать информацию, используемую для управления (например, все живые клетки тела многоклеточного животного получают практически весь набор генов, активируемых в зависимости от сочетаний местных условий в организме), даже единичный „элемент", несущий гиперструктуру, может участвовать в управлении своей надсистемой. Но для успешного выполнения такой функции он должен впитать в себя или получить от предков готовым, а затем преобразовывать и передавать другим, достататочно содержательное отображение прошлого опыта, программы операций, необходимых надсистеме для осуществления разных целей, а также модели будущих результатов этих операций.

Спокойному существованию непосредственно единичного и „самодостаточного" объекта приходит тогда конец. Приходится как-то сосредоточить и выразить в своей гиперструктуре то, что касается других больше, чем самого себя, и что может охватывать сферы событий и отношений, все далее выходящих за пределы не только его самого, но и его ближайшей, „своей собственной" надсистемы. В обществе это

соответствует, -например, преодолению социальной ограниченности семейных, узкоцеховых, сословных или национальных интересов.

Когда все это достигает значимого развития, в самом статусе такого специально „отображающего" элемента происходит коренное изменение. Во всей его деятельности возрастает значение встроенных в него (или „записанных" на нем, если это неживой предмет, используемый в качестве лишь пассивного материала) гиперструктур и, соответственно, систем информации „от других" и „для других". А тогда каждый такой „элемент", объект представляет собой действительно „нечто большее, чем он сам", его собственная сущность во все большей мере становится выражением и носительницей сути отношений его главной надсистемы, и он с какой-то долей правды может тогда сказать про себя: „моя надсистема — это я". При этом возрастает значение не примитивной активности, не физического противопоставления индивида среде, а его организующей и преобразующей активности, особенно его организаторской деятельности в своей надсистеме — в главной части его внешней среды.

Кроме отмеченных черт, *особенности первой ступени систем информации* (генетической) состоят в том, что связи их структур—гиперструктур биополимеров, „биомакромолекул" — со свойствами последних отличаются сочетанием узкой „пространственности" с довольно ясно выраженной „непространственностью". Последняя понимается здесь в том смысле, что значение и само наличие этих „чувственно-сверхчувственных" объектов, становящихся субъектами отображательной и преобразующей деятельности, не ограничиваются локализацией знакомых систем генов и генотипа в этих носителях, „не умещаются" в молекулах и непосредственно окружающей их среде, в сферах прямых взаимодействий с соседними молекулами, атомами, ионами и пр. Значение всякого знака представлено и в этом смысле локализовано также и в непосредственной структуре носителя, скажем, молекулы, но не столько в ней, сколько в надсистеме этого носителя. Для систем и элементов генетической информации характерно в данном отношении то, что они еще не могут „отойти" от молекулярного уровня носителей, и потому для их передачи природе приходится ограничиваться „транспортативными" связями. Эти „инфы" могут передаваться только *вместе* с молекулами тех же или других веществ. Такие связи существенно отличаются от „трансмиссивных" связей, позволяющих использовать для передачи единиц информации „поля" (например, электромагнитные) или волны перемещений ионов (например, в нервном волокне) более простых веществ, более быстро действующих, чем „транспорт" громоздких полимеров.

Значения всяких вообще знаков приходится разгадывать, изучая „условные связи" конкретных особенностей их форм (например, букв) с процессами, имеющими место в надсистемах их носителей. Уже на этой первой ступени такие связи явно не соответствуют собственным свойствам и внутренним необходимостям непосредственных носителей информации, по большей части навязываются им теми условиями, в которых они оказываются в надсистемах (в клетке, многоклеточном ор-

ганизме, популяции). Это функциональные связи, а не физико-химические, хотя они обязательно включают последние как свои элементарные „составляющие", компоненты.

Подобно неизвестному языку найденной на камне надписи, значения „кодонов", дискретных единиц генетической информации, групп генов и т. д. приходится изучать не по их непосредственному химическому составу и формам, но по *результатам* их влияний на процессы в клетках и еще более обширных объектах, а также по генезису и по всей истории их образования в данных конкретных формах и сочетаниях. Эти значения можно познавать через изучение физико-химических структур таких носителей, но не ограничиваясь ими, а также (и даже в большей мере) через изучение надсистемных для них отношений, предшествующих (в эволюции) и последующих (в онтогенезе).

Например, *ген как единицу информации* действительно можно „увидеть" в участке полимера, но только в качестве знака. Недавно удалось увидеть такой участок с помощью электронно-оптического микроскопа, но лишь после того, как сложными и тонкими экспериментами с его „надсистемами" (вирусами, бактериями), было установлено его функциональное биологическое „значение". Это явилось замечательным достижением. И в рассматриваемой связи очень показательно то обстоятельство, что в число этих опытов обязательно должны были входить исследования взаимоотношений данного носителя (в частности, полимера нуклеиновой кислоты, выделенного из бактериофага) с другими „локусами" хромосомной нити, с клеткой в процессах скрещиваний, онтогенеза и т. д. Все это, конечно, — „надсистемы" для данного участка молекулы и для его прямых взаимодействий со средой. Аналогично этому букву и слово можно „увидеть" как знаки; но чтобы прочитать их, то есть раскрыть их значения, приходится знать нечто большее, чем они сами. Это „большее" представлено и в них самих, благодаря кодированию, и вне их, в их надсистемах. „Инфы" первичной биологической ступени (генетические) еще не могут отчуждаться от вещественно-материальных носителей, но и они уже в состоянии быть вовлеченными в такие процессы надсистемного для молекул характера, где их заставляют передавать свое содержание *другим* носителям, хотя еще тоже только вещественным и только молекулярного уровня. Гены „считываются" в декодирующих аппаратах, декоргах клетки только одним способом—в процессе создания тоже молекулярного носителя, белка (также, напомним, сочетающего свойства апериодичности боковых радикалов и периодичности связей между звеньями остова). Однако функции основного носителя генетической информации по ряду причин не перешли к белкам.

Основные вещественно-материальные носители генетической информации были избраны в процессах естественной селекции, конечно, не случайно. Среди целого ряда их полезных для этой функции свойств мы упоминали только два, но самые важные в данном отношении. Это, во-первых, способность вступать в такие взаимодействия с другими компонентами клетки, которые можно было использовать

как для собственного преемственного воспроизведения, так и для передачи определенного расположения звеньев в молекулах другого вещества, притом такого, которое и само обладает сочетанием ряда свойств, необходимых для выполнения несколько жизненно важных функций (прежде всего, ферментов). Во-вторых, — это неограниченные возможности комбинаторики, возникновения любых сочетаний нуклеотидов. Это свойство создавало определенную степень *независимости* преобразований информации от упомянутых выше химических ограничений. И хотя генетические „инфы" еще зависят от связи с определенным веществом-носителем (которое в таком смысле справедливо называлось „веществом наследственности"), но это такая зависимость, которая не исключает независимости, а наоборот, содействует ее развитию при очень значительной *устойчивости преемственного воспроизведения.*

Все это вместе обеспечивало возможность того, что преобразования систем генетической информации, генотипов и „генофондов" популяций, происходили не по законам взаимодействия молекул и атомов, а под направляющими влияниями процессов естественного отбора, протекающих именно в надсистемах вещественных носителей (по результатам действий единиц и систем такой информации на онтогенез и всю деятельность клеток, многоклеточных организмов, семейно-стадных групп или популяций). В этом и состоит основа *относительной самостоятельности законов преобразования систем генетической информации,* а тем самым — и приобретения ими надсистемной „сути" (хотя „вся сущность" их включала, естественно, также и свойства, вернее, использование свойств их непосредственных, молекулярных носителей). Поэтому закономерности преобразований и развития „инфов" этой ступени, равно как и методы их исследования, включают физические и химические закономерности, но все менее сводимы к ним; это в главном биологические (в частности, и биокибернетические) закономерности и методы, которые становятся все более существенными для развития и познания систем генетической информации по мере повышения их собственных и надсистемных уровней.

Вторая ступень развития биологических систем информации возникла в ходе эволюции нервной системы и „нервной деятельности", на высших этапах — в ходе эволюции зоологических форм психики. Эти „инфы" (не столько „нервные", сколько надклеточные) отличаются от генетических прежде всего своими непосредственными носителями. Это не вещества, не индивидуальные молекулы, взятые в прямых взаимодействиях со своей ближайшей средой, а те же и другие вещества (кроме того, вероятно, и некоторые поля) с их прямыми взаимодействиями, но только в надхимических и даже надклеточных органически-целостных образованиях, — в определенной группе органов, подсистеме организма многоклеточного животного.

Если знак, кодирующий элементарную единицу генетической информации, „умещается" в определенной группировке атомов, на участке определенного полимера, то кодовые знаки элементарных единиц „нервной" информации, по-видимому (этот вопрос остается пока спорным), могут возникнуть только на уровнях нервной клетки и, по крайней

мере, нервного волокна (отростка нейрона или, возможно, нейрофибрилл у инфузорий). Что касается собственно-психического отражения и его информационного содержания, то его элементарная кодовая единица, какова бы ни была она (по этому вопросу также идут споры), может возникать только на еще более высоких уровнях, чем клетка. Как и многие другие, мы убеждены в том, что собственно ощущение возникает только на сравнительно высоких ступенях эволюции нервной системы.

Однако следует признать, что такого рода убеждения обоснованы пока еще недостаточно из-за больших трудностей, одна из которых состоит в коварстве и ограниченности интроспективного метода, но в то же время в его незаменимости для познания психического. Как известно, критерий Тьюринга (способность машины вести „человеческий" разговор) оказался неубедительным, и вообще по внешней деятельности далеко не всегда можно составить верные представления о внутренних процессах и образованиях в „черном ящике". Пока нет убедительных обоснований выбора между двумя крайними противоположностями — попытками доказать, что непосредственным носителем психической деятельности может быть лишь „весь" целостный организм высшего животного и в особенности человека (Л. Фейербах), и поисками психики как таковой (а не только чего-то существенно „сходного" с нею, как писал В. И. Ленин) в недрах атома, элементарных частиц и даже еще более таинственного пока вакуума. Обе эти крайности, очевидно, несостоятельны. И пути диалектического синтеза менее крайних и более вероятных суждений об этом, нам кажется, необходимы и уже доступны.

Основной из них — путь исследования *связи* нервной и психической деятельности с какими-то элементарными формами материи. Такие исследования, о необходимости которых писал В. И. Ленин, дали уже много интересных результатов. Одни из них получены в исследованиях того, как молекулы некоторых веществ и даже менее сложные единицы материальных субстратов могут значительно влиять на самые высшие проявления деятельности головного мозга и его отделов. Известны старые и новые лекарственные вещества, наркотики и пр., способные изменять состояния психики. Очень важно в рассматриваемом отношении то, что к числу такого рода веществ, принимающих какое-то непосредственное активное участие в деятельности „всего" мозга, принадлежат и молекулы, несущие единицы генетической информации, — участки полимеров РНК, и, по-видимому, именно тех, которые используются для биосинтеза белков. Тут остается еще многое выяснить, но принципиальная сторона дела не вызывает сомнений: чем сложнее организована та или иная система, тем разностороннее и глубже взаимосвязи между уровнями ее организации, в особенности — информационные. Значит, тем содержательнее могут быть и различные влияния не только высших уровней на низшие, но и низших уровней на высшие, вплоть до влияний „информационных" и более простых молекул (например, гормонов) на морфогенез и на всю жизнедеятельность организма как целого или его органов. Большое значение при-

дается теперь исследованиям функций веществ-медиаторов, участвующих в передаче нервного возбуждения в синапсах.

Поэтому, если сказать, вслед за большинством нейрофизиологов и неврологов, что непосредственные носители зоологических (и человеческой) форм психики — это не вещества сами по себе, а соответствующие отделы головного мозга и весь он в целом, т. е. носители *системно-материальные,* то в таком высказывании не будет ничего несовместимого ни с положением о необходимом участии органов рецепции, нервных путей связи и всего организма, — да притом в условиях его функционального включения в еще более сложно организованные „надсистемы" (в особенности „семейно-стадные группы" и, конечно, общество), ни с положением о необходимом участии различных элементов, а в особенности — определенных, специализированных на функциях непосредственных носителей до психических видов и типов информации. Эти, как и остальные элементы вовлекаются в последовательно усложняемые связи, где „транспорт" молекул (и электронов) вовсе не отменяется, но во все большей степени дополняется и „надстраивается" упомянутыми трансмиссивными связями, гораздо более быстродействующими, с гораздо большей пропускной способностью.

Что касается чрезвычайно актуального вопроса о том информационном коде, который используется в нервной и психической деятельности, то сейчас предполагают (в частности, биофизики и нейрокибернетики), что основным оказывается самый простой, даже более простой, чем код генетической информации: двоичный код состояний возбуждения или торможения, действия и бездействия нейронов (между прочим, в этом можно видеть одно из доказательств именно не молекулярного, а по меньшей мере нервно-клеточного уровня частных непосредственных носителей психических процессов, в том числе — и зоопсихологической информации). Кажется, однако, еще более близким к истине предположение, что в деятельности мозга используется *не один, а несколько разноуровневых кодов,* выполняющих неодинаковые функции. Такая множественность разнородных кодов хорошо известна не только в обществе, где это явление легко наблюдать и где оно, разумеется, наиболее развито, но даже на уровнях генетических информационных процессов в клетке, использующих „перекодирование", „транскрипцию", например, при матричном биосинтезе белков. Конкретные механизмы и формы всех этих кодов, естественно, не совпадают, но могут включать одинаковые элементы (скажем, биосинтез белков, редупликацию участков одной из нитей ДНК и т. д.).

Существенная особенность зоопсихологических и нервных систем информации состоит, кроме того, в отсутствии *непрерывности* существования и воспроизведения. Это относится также и к системно-материальным носителям „инфов": мозг и его структурные уровни отделов, узлов, „ядер", клеток и сотен миллиардов контактов между нейронами не сохраняются непрерывно в процессе „самокопирования" (как структуры генов), а развиваются в каждом онтогенезе. Правда, они развиваются на хорошо подготовленной генетической основе, дополняемой „нормами реагирования" и, так сказать, *нормами самооргани-за-*

ции (последние вероятно, имеют не меньшее значение), но возникают, по сути дела, заново. Значит, не сохраняется непрерывно и та сложнейшая система систем информации, которая в них представлена.

Нет закона сохранения для систем вообще и систем информации в частности. „Инфы" не вечны и должны возникать. Если „инфы" второй ступени можно рассматривать как материализованные (в смысле системной материальности отношений) „души", то их „переселение" без утраты непрерывности их существования (при современной технике передачи) невозможно. Никакая информация, как и энергия, не может существовать „вне" и „без" какого-нибудь материального носителя, и хотя она и может передаваться от одного непосредственного носителя к другим, в процессе передачи сохраняются лишь последовательно переносимые единицы, элементы и отношения, взятые порознь, а не готовые системы информации в их динамичной функциональной целостности. В процессе такой передачи неизбежно утрачивается одно из важнейших свойств систем информации высших ступеней — их самоотнесенность. Без нее, как нам уже приходилось говорить в других местах, нет никаких, даже самых примитивных, форм собственно психического. Для „инфов" второй биологической ступени характерно именно развитие самоотнесенности, динамичной и связанной как с ее непосредственными физическими выражениями, так и с опосредованными, собственно-информационными, — в частности, посредством знаменитой „обратной связи", осуществляемой сигналами.

Уже на биологической ступени психики развиваются также средства и способы внешней (для индивидов как системных носителей „инфов") передачи сигналов. У животных она ограничивается пределами популяции, но играет очень важную роль, особенно когда в популяции формируются семейно-стадные группы. Нет надобности перечислять и описывать различные типы таких путей внешней для особей связи. Достаточно отметить, что в природе их дальность (пространственная и временная) зависит главным образом от „устной" передачи; что же касается зоологических форм языка и обучения, то они здесь, как правило, еще примитивны. В отношении дальности во времени, охватывающей тысячи или даже миллионы поколений, связи филогенетической преемственности, как видно, значительно превосходят внешние сигнальные связи у животных. Развитие в обществе языка и особенно письменности создало условия для возникновения и развития новой великой линии филогенетических преемственных связей — „социальной наследственности", как писал Т. Г. Морган, — но превращаемой в индивидуальную, онтогенетическую преемственность на новых, более высоких уровнях жизни общества.

Вместе с тем, и на высших биологических уровнях систем информации сохраняется еще довольно узкая зависимость ряда важных стереотипов и „алгоритмов" поведения, в частности инстинктов, от формируемых в эмбриогенезе „конструктивных" основ организма. Но уже возникают и достигают значимого уровня развития противоположные явления, выраженные в различных формах высшей нервной деятельности и в зоологических формах воспитания. Появляются благодаря

этому новые средства и способы, механизмы истинного „отчуждения" информации, передачи ее другим членам данной группы не путем их „синтеза" (в эмбриогенезе), как на молекулярных уровнях „инфов" первой ступени, а во все более содержательных внешних (для особей, но не для групп) сигналах и организующих воздействиях „воспитания".

Но эти биологические способы отчуждения и связи все-таки остаются еще стесненными, слишком связанными кроме названных „узких" мест ограниченностью выбора промежуточных материальных носителей и хранителей информации. Только в обществе создаются целые „семьи" искусственных материалов, практически совершенно снимающих такие ограничения. Начав со спорадического использования поверхностей твердых тел, найденных в природе, человек добился в этом отношении таких успехов, что лавины накопленной информации, грозящие теперь затопить всю „инфосферу" (Ф. Е. Темников и Г. И. Звягина), вероятно, удастся сделать достаточно компактными. Говорят, например, о методах сверх-миниатюризации записей и совершенствовании информационно-поисковых систем; немалое значение будут иметь для этого и методы „компрессии", обратимого без существенных потерь сжатия информации.

* * *

Все упомянутые и многие другие связанные с ними проблемы выдвигаются обычно при постановке и решении частных задач познания и потому обсуждаются разрозненно. Быть может, их общее значение и пути их общетеоретического исследования станут яснее, если подойти к их анализу со стороны их объединения — такого, в котором будущие естествоиспытатели и философы сумеют лучше раскрыть основные предпосылки истории „высшего продукта материи", все в большей мере способного выполнять функции ее организатора — человеческого разума.

ГЛАВА 15

АКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОТРАЖЕНИЯ

Проблема активности биологического отражения сложна и недостаточно разработана. Здесь мы не будем рассматривать подробно проявления этого рода активности на различных структурных уровнях живой материи. Мы попытаемся обрисовать в общих чертах лишь те характерные особенности, которые дают нам возможность отличать ее от активности химического и социального отражения и в то же время не отрывать ее полностью от них. Иными словами, мы постараемся наметить как относительные границы, так и преемственность между указанными „соседними" формами активности, ибо лишь таким образом можно избежать как их метафизического отождествления, так и метафизического отрыва одной от другой.

1. От активности химического к активности биологического отражения

Новейшие экспериментальные и теоретические исследования в области химии раскрыли в химическом взаимодействии между молекулами обе основные особенности отражения — активность и адекватность.

В каждой из двух взаимодействующих между собой молекул осуществляется взаимное структурное изменение. Это „противоположное уподобление" состоит в своеобразной „деформации" их структуры: нарушаются межатомные расстояния, валентные углы, перераспределяется электронная плотность, атомы могут приобрести иную валентность и т. д. Кроме того, в момент такого взаимного изменения двух молекул система возбуждена до максимума; она, по выражению Ю. А. Жданова, „наиболее деятельна, наиболее богата возможностями дальнейших превращений и изменений"[1].

Очевидно, что взаимная деформация структуры и представляет в сущности взаимное уподобление двух молекул в информационном отношении, то есть уподобление по отношению упорядоченности соответствующих компонентов: межатомных расстояний, валентных углов, показателей электронной плотности, показателей валентности и т. д. В результате этого уподобления новая, измененная структура первой

[1] Ю. А. Жданов. Теория отражения и современная химия. В кн. „Ленинская теория отражения и современность". София, 1969, стр. 536.

молекулы содержит уже внутреннее отображение второй молекулы, к тому же вполне адекватное, так как одновременно и вторая молекула изменила свою структуру, уподобляясь первой молекуле и формируя в себе ее отражение. Именно это „противоположное уподобление", которое нераздельно связано с максимальной возбужденностью и максимальной деятельностью обеих молекул, делает возможным их соединение в новую и более сложную молекулу.

Независимо от того, что в данном случае химическое взаимодействие не лишается своих энергетических и вещественных компонентов, наличие в нем информационного компонента не подлежит сомнению. Это дает основание утверждать, что в рамках целостной химической реакции протекает и процесс двустороннего химического отражения, сопровождающийся характерными особенностями, присущими всякому отражению: активностью и адекватностью.

Как видно, в процессе химического отражения, рассматриваемого как информационный компонент химического взаимодействия, простые неорганические вещества перестают существовать, превращаясь в нечто совсем другое. Иначе говоря, для того чтобы отразить в себе внешний объект, отражающая химическая система вместе с ним превращается в компонент другой, новой системы, как бы поглощается ею. Эта система качественно отличается как от отражающей системы, так и от отражаемого объекта, рассматриваемых в отдельности до акта отражения. Отсюда следует, что в таком „поглощении" отражаемого объекта отражающей системой и в его исчезновении или гибели как химического индивидуума вместе с последней заключается главная специфическая особенность активности химического отражения на уровне простых неорганических соединений.

Из сказанного становится ясным, что в процессе химического отражения неживые тела являются пассивными по отношению к своему самосохранению, но за пределами этого отношения их высокая отражательная активность является бесспорной.

Описанная форма представляет собой низшую ступень активности химического отражения в отличие от более высокой ступени, которая наблюдается на уровне сложных органических молекул. Органическая молекула обладает свойством реагировать с другими веществами, либо переходя только в другое состояние, не изменяя своего состава и строения, либо изменяясь частично, модифицируясь, не утрачивая своей специфической индивидуальности и не переставая существовать в качестве отдельного химического индивидуума.

Высказываются предположения, что в процессе исторического развития материи на земной поверхности сохранение индивидуальности некоторых химических веществ посредством особых каталитических реакций, как зачаточных форм более активного отражения, сыграло роль предшественника самосохранения живого организма, биологического отражения. Конечно, высшие формы активности химического отражения только приближаются к активности биологического отражения, не поднимаясь до ее уровня. Активность биологического отражения обладает такими особенностями, которые отсутствуют в активности

химического отражения, несмотря на то, что они имеют реальные предпосылки для своего возникновения в химизме неживой природы.

На различных организационных уровнях живой материи биологическое отражение обладает своими специфическими особенностями, в которых различными способами проявляется его общебиологическая сущность. В рамках нашего исследования мы затронем только два уровня — уровень отдельного организма и уровень биологического вида.

Для уровня отдельного организма как саморегулирующейся и самообучающейся системы характерно так называемое прямое отражение, а для уровня биологического вида как саморазвивающейся системы характерно так называемое косвенное отражение[2].

Прямое отражение проявляется в двух формах: динамической и статистической, а косвенное — только в статистической форме[3].

Когда на высших этапах биоотражения в ходе прямого отражения отражаемые объекты не являются новыми для отражающей системы, соответствие между отражением и его оригиналом выступает в виде акта „узнавания". Это — динамическая форма прямого биологического отражения.

Если же в ходе прямого отражения встречаются новые объекты, которые затем начинают появляться в определенной последовательности, с некоторой ритмичностью, то соответствие достигается путем проб и ошибок в результате нескольких последовательных актов отражения в сочетании с отражением, основанным на более простой, однозначной детерминации В сложных ситуациях решение поведенческих задач осуществляется преимущественно в статистической форме прямого биологического отражения, а динамическая форма отражения играет подчиненную роль.

Косвенное отражение в виде морфологических изменений организма, соответствующих изменившимся условиям его существования и поведения, может осуществляться посредством не отдельных актов отражения, а в ходе эволюционного развития биологического вида. И поскольку эволюционное развитие направляется естественным отбором (также путем „проб и ошибок"), то косвенное биологическое отражение всегда является статистическим.

Отсутствие возможности прямого отражения оригинала в отражающей системе в процессе эволюционного развития объясняется современной молекулярной генетикой. Представители генетики и биокибернетики считают, что идиотип оплодотворенной клетки содержит: во-первых, генотип (хромотип и плазмотип), то есть кодированную модель будущего состояния и кодированную программу будущего развития и поведения живой системы; во-вторых, декорг (декодирующую организацию), то есть организацию дешифровки, или „чтения", кодированной модели и кодированной программы. Но идиотип не содержит

---

[2] В. И. Кремянский. Типы отражения как свойства материи. — „Вопросы философии", 1963, № 8, стр. 133—134.

[3] А. Д. Урсул. Информация. М., 1971, стр. 147.

никакого „механизма записывания внешних сообщений на язык генетической памяти“[4]. Вот почему индивид как самообучающаяся система является открытым для новой внешней информации, а биологический вид как саморазвивающаяся система является закрытым для информации, но, конечно, не для энергии[5].

По сравнению с отражательной активностью неживых объектов отражательная активность живой системы (организма, популяции, вида) гораздо выше, сложнее и качественно иная по своей природе.

По отношению к связи с формами биологического отражения, отражательная активность живых систем может бить подразделена на два вида — активность прямого биологического отражения и активность косвенного биологического отражения.

По отношению к общей своей направленности к конечному результату она может быть разделена на целесообразную и творческую. К первой относится лишь динамическая форма активности прямого биологического отражения, ко второй — статистическая форма активности прямого биологического отражения и активность косвенного биологического отражения. Остановимся сначала на целесообразной, а потом на творческой активности биологического отражения.

2. Целесообразная активность биологического отражения

С возникновением жизни активность отражения начинает играть качественно новую роль, которая до этого в пределах неживой природы была невозможной. Эта роль возникает на основе целого ряда специфических для живого тела новых особенностей процесса отражения и прежде всего на основе потребности, биологической избирательности и опережающего отражения.

В неживой природе, как отмечает Ф. Энгельс, взаимодействие между телами совершается в форме передачи вещества или энергии от одного тела к другому и является „причиной их разрушения“. Ввиду этого для неживых тел большинство внешних воздействий является „вредным“: они неизбежно вызывают или подготавливают их разрушение или же превращение в другие тела, их включение в более сложные системы, сопровождаемое исчезновением их индивидуальности. Для неживых тел была бы „полезной“ только полная изоляция от внешней среды.

В живой природе это взаимодействие, обозначаемое как „обмен веществ“, превращается в „основное условие существования“ тел[6].

---

[4] В. А. Ратнер. Информационные модели молекулярно-генетических систем управления. В кн. „Математическое моделирование жизненных процессов“. М., 1968, стр. 120.

[5] М. Аптер. Кибернетика и развитие. М., 1970, стр. 88.

[6] См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20 стр. 83.

Вот почему для живых существ постоянная изоляция от внешней среды оказалась бы (за исключением временных состояний анабиоза) вредной, так как неминуемо приводила бы их к гибели. В то время как для неживых тел все внешние воздействия являются „вредными", здесь эти воздействия неизбежно распределяются на две взаимно противоположные группы: полезные (благоприятные) и вредные (неблагоприятные). Отсюда берет свое начало состояние потребности как „существенный атрибут живого" и как его „активно-побудительное состояние"[7].

Живой организм непрерывно испытывает потребность в полезных факторах и в том, чтобы избегать действия вредных факторов. Эта потребность лежит в основе всех специфических особенностей, которыми активность динамической формы прямого биологического отражения отличается от активности химического отражения. Таковыми являются биологическая избирательность, опережение настоящего и целесообразность. В этой связи можно говорить об избирательной, опережающей и целесообразной активности динамической формы прямого биологического отражения.

Избирательная активность динамической формы прямого биологического отражения исторически связана с избирательной активностью химического отражения и в то же время коренным образом отличается от нее.

Вступая в химические реакции с одними объектами, отражая их и не вступая в реакции с другими объектами, неживая отражающая система также проявляет избирательную активность отражения. Однако эта активность не имеет характера потребности, не различает полезности и вредности внешних факторов и самих реакций. Отсюда и ее полностью безразличный характер к дальнейшей „судьбе" отражающей системы.

Ввиду того, что избирательная активность в живой природе создается в тесной связи с потребностями живой системы, она превращается в первичную форму ценностного подхода к внешним объектам и к получаемой о них информации. Способность бессознательно разграничивать полезное от вредного есть вместе с тем способность „фильтровать" огромный и многообразный поток внешних воздействий, отбирая из них полезные и не пропуская вредные. Живое тело не отражает без разбору и с одинаковой адекватностью все внешние объекты и все их особенности. Оно, как свидетельствуют данные биологии, отражает с необходимой степенью адекватности только те особенности внешних предметов, которые оказываются факторами, способствующими выживанию или препятствующими ему.

В ходе эволюции живых систем их структуры и функции, связанные с избирательной активностью биологического отражения, развиваются в двух основных направлениях: в направлении роста изо-

---

[7] В. С. Тюхтин. Кибернетика и некоторые методологические вопросы психофизиологии активности. В кн. „Диалектика и современное естествознание". М., 1970, 282.

ляции от внешних неблагоприятных факторов и в направлении расширения контактов с внешними благоприятными факторами. В этом отношении общую тенденцию в развитии живой материи можно сформулировать как „рост избирательного отношения к среде“[8].

Таким образом, на основе низших форм возникает новая, высшая форма избирательности. Организм реагирует не столько на специфическое качество, на вещественно-энергетическую природу и на абсолютную величину внешних воздействий, сколько на их соотношения, на их временные и пространственные структуры. Это означает, что организм приобретает способность выделять чисто информационную сторону внешнего воздействия[9], способность активно искать и извлекать необходимую ему информацию не только прямым, но и косвенным путем, то есть с помощью сигналов, связанных с биологически значимыми внешними объектами. Особую роль в жизни растений и животных играют ритмические, повторяющиеся процессы и события.

Наряду с биологической избирательностью активность динамической формы прямого биологического отражения характеризуется и опережением будущего. Живые тела, перерабатывая сохранившуюся в них информацию о прошлом, обладают способностью отражать в некоторой степени и будущее. В этой способности проявляется опережающая активность динамической формы прямого биологического отражения. Если ее рассматривать только как основу актов развития и поведения в рамках настоящего и не связывать с прошлым, то опережение будущего бессознательными живыми существами можно истолковать лишь как сверхъестественное явление, как мистическую и непознаваемую способность. Если связать опережение со способностью отражающей системы сохранять (в определенных границах) и перерабатывать результаты прошедших актов отражения, то оно полностью утрачивает свой мистический оттенок. Утрачивают всякое основание и попытки его идеалистического объяснения.

Свойство живых тел отражать будущее основывается на вполне реальных внешних и внутренних предпосылках. Основная внешняя предпосылка заключается в закономерной повторяемости событий, в естественной ритмичности процессов внешней среды. Основная внутренняя предпосылка заключается в сохранении и накоплении информации прошедших актов отражения, то есть в накоплении своеобразного „жизненного опыта“ без участия сознания. Одна часть этого опыта конденсируется в ходе онтогенетического развития и концентрируется в различных соматических структурах (обучение в широком смысле слова). Другая часть накапливается в ходе филогенетического развития и фиксируется в наследственных структурах (биологическая эволюция).

---

[8] А. А. Малиновский. Общие вопросы строения систем и их значение для биологии. В кн. „Проблемы методологии системного исследования“. М., 1970, стр. 170.

[9] Эта способность основана на использовании отражения биологическими системами для своего существования.

Как показали исследования П. К. Анохина, накопление и использование прошлого опыта осуществляются благодаря одной специфической особенности биохимических процессов. Организм способен отражать в биохимических преобразованиях тела любое из полезных или вредных для него событий, включенных в цепь закономерно повторяющихся процессов в окружающей среде. Он способен отражать последовательность внешних событий посредством аналогичной последовательности внутренних биохимических реакций. Принимая во внимание, что эти реакции могут протекать гораздо быстрее, чем отражаемые события, нам становится ясным и механизм опережающего отражения. Он состоит в том, что звенья цепи внутренних биохимических процессов могут наступать раньше, чем соответствующие звенья цепи отражаемых внешних событий. Таким образом, посредством своих очень быстрых внутренних изменений живой организм начинает опережать биологически значимые внешние события, с которыми он многократно вступал во взаимодействие в прошлом. Это своеобразное воспроизведение будущего на основе прошлого обычно начинается под влиянием внутренних или внешних сигналов. Роль сигнала может играть или начальное звено данной цепи последовательных внешних событий, или же совсем другое, побочное событие, которое не участвует в данной цепи событий. Достаточно, чтобы это событие находилось в относительно постоянной связи с нею. Постепенно в ходе эволюции происходит формирование специального механизма опережающего отражения — нервной системы.

Как видно, в основе опережающего отражения или, лучше сказать, в основе опережающей активности динамической формы прямого биологического отражения, лежат две существенные особенности внешней среды и живого тела. Внешняя среда отличается „относительно циклической структурой геофизического времени (наличие целой иерархии явлений, носящих циклический характер, начиная от суточного цикла до космического года, охватывающего огромное геологическое время — полтораста миллионов лет)“[10]. Живое тело способно сохранять и перерабатывать ценную для него внешнюю информацию таким образом, чтобы связывать ее закономерно с информацией о циклической структуре изменений во времени. Объединение этих двух потоков внешней информации в общие структуры и функции дает ему возможность связывать отраженное прошлое с будущим, то есть отражать в некоторой степени само будущее и использовать образы будущего для более адекватного и активного отражения настоящего в качестве основной предпосылки своего самосохранения.

Возникшие на основе потребности как существенного атрибута живого избирательная и опережающая активности динамической формы прямого биологического отражения являются более высокими формами активности по сравнению с активностью химического отражения.

---

[10] В. А. Абакумов. К проблеме эволюции пространственно-временных отношений биологических систем. В кн. „Философские проблемы эволюционной теории“, ч.I, М., 1972, стр. 94.

Они-то и стали возможны благодаря становлению и развитию нервной системы, объединяющей в себе отражательную и регулирующую функции.

Благодаря специализированным механизмам отражения живые существа приобрели и указанную способность не только воспринимать и сохранять, но и перерабатывать и использовать поступающую в них внешнюю информацию. В ходе своего непрерывного усовершенствования эти механизмы все больше включали в биологическое отражение процессы „естественного" кодирования и декодирования информации. Кодирование, как известно, возникает на определенном этапе добиологической химической эволюции, но в пределах неживой материи остается неиспользованным. На уровне живой материи оно раскрывает перед организмом очень полезную для него возможность: организм с помощью кодирования способен отражать не только наличные воздействия (настоящее), но и прошлые воздействия в виде жизненного опыта и в известных пределах будущие события.

Избирательная и опережающая активность динамической формы прямого биологического отражения тесно связаны между собой. Не каждая избирательная активность является опережающей, но каждая опережающая активность избирательна. Организм отражает по преимуществу и с более высокой степенью адекватности объекты большого биологического значения не только в рамках настоящего, но и будущего.

На основе потребности, биологической избирательности и опережения будущего возникает и целесообразность, целесообразная активность динамической формы прямого биологического отражения.

В основе разграничения полезности и вредности внешних факторов по отношению к бессознательным живым существам, в стремлении к обеспечению полезных и к избежанию вредных контактов, в активной избирательности отражения по отношению к объектам настоящего и будущего находится некоторая бессознательная, но реальная, связанная с актуальными потребностями оценочная деятельность отражающей живой системы. С помощью результатов этой деятельности живой организм разграничивает полезные для него условия, факторы, воздействия и сигналы от бесполезных и вредных, а затем активно выискивает, допускает или не воспринимает вредных.

Как сама оценочная деятельность, так и связанная с оценками дальнейшая деятельность живого организма закрепляются анатомически и физиологически в его отражающей системе в виде бессознательных биологических целей и бессознательных биологических программ для их реализации. Они дают возможность организму развиваться и действовать целесообразно.

Вопрос о бессознательной целесообразной активности динамической формы прямого биологического отражения является дискуссионным. В этой области существует три мнения.

С первым мнением совпадают только что изложенные установки. Оно выражено в воззрениях Н. Винера (1943), Н. А. Бернштейна (1961), Г. Клауса (1961), П. К. Анохина (1962), А. Н. Колмогорова (1963), А. А. Ляпунова (1964), А. И. Берга (1969) и многих других биологов, кибернетиков и философов.

Согласно второму мнению, в области бессознательной живой природы не существует действительных целевых отношений. Здесь наблюдаются только процессы, которые внешне подобны целесообразной деятельности человека, но нет ни настоящих целей, ни реальной связи с ними. Такого мнения придерживаются И. Т. Фролов (1961), З. В. Канарова (1969), М. И. Сетров (1971) и др.

Согласно третьему мнению, бессознательные цели и целевые отношения существуют не только в области бессознательной живой природы, но и в области неживой природы. Такова позиция В. Ф. Сержантова (1969), Б. В. Ахлибининского (1969), Л. А. Петрушенко (1971), Э. В. Волковой и А. И. Филюкова (1971), В. А. Асеева (1971) и др.

Не имея возможности подвергать здесь подробному критическому анализу указанные мнения, мы остановимся вкратце только на некоторых соображениях относительно смысла понятия „цель", которые дают нам основание отвергнуть два последних мнения и аргументировать первую точку зрения.

Используя известную мысль Ф. Энгельса о том, что „планомерный образ действий существует в зародыше уже везде, где протоплазма... существует и реагирует"[11], и некоторые сходные установки, подробно обоснованные в трудах Н. А. Бернштейна (1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966 и др.) и П. К. Анохина (1962, 1963, 1968, 1969), понятию цель в предельно общем смысле слова мы можем дать следующее приблизительное определение: цель является моделью потребного будущего состояния кибернетической системы.

В связи с вышеуказанным определением сознательную человеческую цель можно охарактеризовать как осознаваемую идеальную модель неосуществленного, но потребного для человека и желаемого результата его будущей деятельности, а бессознательную биологическую цель — как непосредственно воспринимаемый объект, к которому стремится живая система, активизируемая актуальными биологическими потребностями и инстинктами.

Программу для реализации цели в предельно общем смысле слова можно определить как модель потребного будущего развития или поведения кибернетической системы, направленного к осуществлению модели ее потребного будущего состояния. Эту программу необходимо отграничивать от так называемой „программы будущего движения" которая, по мнению Н. М. Амосова, представляет собой „возможность, определенного изменения системы в пространстве и времени, заложенную в структуре самой системы"[12].

Цель в смысле модели потребного будущего состояния кибернетической системы является именно той формой отражения действительности, которая объединяет прошлое, настоящее и будущее. В данный момент времени цель отражает действительность такой, какой она

---

[11] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 495.

[12] Н. М. Амосов. Регуляция жизненных функций и кибернетика. Киев, 1964, стр. 14.

была, какой она есть и „какой она должна стать в результате деятельности“[13].

Как цель, так и программа для ее реализации может также быть сознательной (человеческой) и бессознательной (биологической). Бессознательные биологические цели и программы для их реализации присущи всем живым существам. Благодаря им за пределами человеческого сознания органы любого живого тела, по словам Т. Павлова, функционируют или действуют „целесообразно“, но не „целенаправленно“[14].

Эти цели и программы крайне разнообразны, но они всегда имеют своих вещественно-энергетических носителей либо в генетических структурах идиотипа оплодотворенной клетки, либо в соматических структурах отдельных органов, например, в мозге высших животных. Здесь мы не будем останавливаться на их разнообразии и на сложных взаимоотношениях между ними, которые недостаточно изучены, а отметим только следующее.

Во-первых, целесообразность не является атрибутом материи, она является атрибутом живого. Существование стуктурных образований, играющих роль бессознательных целей в области неживой природы, до сих пор экспериментально не установлено и теоретически не обосновано. Верно, что в некоторых особых случаях неживые тела имеют устойчивые будущие состояния, достигаемые путем исполнения так называемой „программы будущего движения“ (например, химические системы, которые подчиняются принципу Ле Шателье-Брауна). Но здесь отсутствуют характерные для живых организмов особые структурные образования, в которых предварительно содержатся цели и программы для их осуществления. Цель в смысле модели потребного будущего состояния система неживой природы построить не может. В неживой природе проявляются объективные законы, но не проявляются никакие цели. А цель не тождественна закону, также как и целесообразность не тождественна закономерной обусловленности. Среди всех закономерно обусловленных природных явлений целесообразными являются только те, в которых соответствующие законы проявляются посредством сознательных или бессознательных целей.

Во-вторых, проявляющаяся на основе бессознательных целей целесообразная активность динамической формы прямого биологического отражения вследствие ряда причин не является абсолютной и полной. Она всегда относительна и неполна. Вот почему во многих случаях акты развития и поведения оказываются нецелесообразными, и тогда „судьба“ живых существ в значительной степени решается случайным стечением обстоятельств. Независимо от этой неизбежной ограниченности рассматриваемая активность имеет огромное значение не только для жизни бессознательных живых существ, но и для „бессознательной сферы“ жизни людей.

---

[13] А. Д. Урсул. Информация, стр. 128.

[14] См. Т. Павлов. Теория на отражението. София, 1962, стр. 93.

3. Творческая активность биологического отражения

Отражаемые живой системой новые объекты внешней среды — предметы, процессы, события и т. д. — могут быть подразделены в основном на три группы.

К первой группе мы относим новые предметы, процессы и события, амплитуда ритмичности проявления которых не выходит за пределы пространства и времени существования отдельного индивидуума; ко второй группе — новые предметы, процессы и события, амплитуда ритмичности проявления которых выходит за пределы пространства и времени существования отдельного индивидуума, но остается в пределах времени и пространства существования биологического вида; к третьей группе — новые предметы, процессы и события, которые не обладают никакой ритмичностью в своем проявлении и практически являются неповторимыми как для индивидуума, так и для вида.

Посредством случайных проб, сопровождающихся сохранением адекватных и несохранением неадекватных реакций, то есть путем проб и ошибок, индивидуум может сформировать отражательные образы новых предметов и включить их в программы своего поведения. Если наряду с процессом бессознательного обучения происходит процесс возникновения случайных мутаций, сопровождающийся сохранением полезных и несохранением вредных, то целесообразные реакции путем естественного отбора фиксируются как в активности динамической формы прямого биологического отражения индивида, так и в активности косвенного биологического отражения вида. В этом случае новая целесообразность будет превращаться из ненаследственной (приобретенной) в наследственную (врожденную).

Превращать в активность динамической формы прямого биологического отражения целесообразность, вырабатываемую применительно к новым объектам второй группы, может только биологический вид. В этом случае отдельный индивидуум лишен возможности обучаться путем проб и ошибок, так как он либо не может сделать ни одной пробы, либо — только одну пробу в течение всей своей жизни. Вид, однако, не лишен возможности развиваться путем естественного отбора, и поэтому он может исполнять упомянутую роль.

Включение новых целесообразных реакций в активность динамической формы прямого биологического отражения путем обучения индивидуума и путем эволюционного развития вида является хотя и бессознательным, но творческим актом. Для дальнейшего обоснования и развития этой мысли необходимо пояснить, что мы понимаем под „творчеством“.

Понятие „творчество“ в предельно широком смысле слова тесно связано с понятием „развитие“. Развитие, как известно, есть обновление форм бытия материи, возникновение качественно новых образований с присущими им новыми законами. Важной формой развития материи является ее поступательное развитие в виде постепенного усложнения и повышения уровня (и степени) организованности систем,

На нашей планете — это развитие систем живой природы и общества. *Творчество в широком смысле* есть такое развитие, когда возникающие новые формы, способы бытия материи (их свойства и закономерности) имеют *целесообразный и направленный характер,* то есть когда продукты творчества обеспечивают сохранение систем, их развитие и активное преобразование действительности.

Как известно, идея о „природном творчестве" в его материалистическом понимании впервые была обоснована Ч. Дарвиным. Дарвинизм нанес смертельный удар религиозной идее божественного целесообразного творчества и всей идеалистической телеологии. Целесообразность биологических видов есть продукт естественного отбора, и она не была заложена в качестве „особой цели". Однако сам процесс естественного отбора был бы невозможен без целенаправленной деятельности индивидов. У живых организмов цели и целенаправленность их деятельности имеют бессознательный характер, обусловленный их биологическими потребностями и инстинктами.

Процесс естественного отбора наиболее приспособленных особей свидетельствует о существующем расхождении, „диссонансе" между целенаправленностью отдельных особей, а следовательно, и между их творческо-биологической активностью отражения и действия, и целесообразностью вида в целом.

С возникновением человека, общества активно-творческий характер отражения и деятельности претерпевает качественную метаморфозу в различных аспектах. Важным представляется тот момент, что только в сознательном творчестве людей стало принципиально возможным объединение целенаправленного, активно-творческого характера их деятельности с ее целесообразностью. Это означает, что только в обществе могла возникнуть и диалектически, через многообразные противоречия развиваться в ходе общественного прогресса новая активность — целесообразная и сознательно-творческая активность социального отражения. Построение коммунистического общества и обеспечивает развитие высших форм этого рода активности отражения познания.

ГЛАВА 16

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ АДЕКВАТНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

В философском анализе теоретического знания проблема адекватности отражения остается одной из важнейших. Известно, что именно в этом плане прежде всего анализировалась В. И. Лениным философская борьба вокруг новейших достижений естествознания. По отношению к основному вопросу философии, по способам его решения были выявлены существенные гносеологические ошибки ряда крупных физиков того времени, помешавшие им сделать правильные философские выводы и значительно затормозившие процесс сознательного применения диалектического способа мышления, потребность в котором диктовалась всем характером новых естественнонаучных открытий.

Практика научного эксперимента неизбежно навязывает исследователю материалистическую точку зрения то есть рассмотрение вещей такими, каковы они на самом деле. Поэтому даже естествоиспытатели-идеалисты в рамках исследования конкретных научных проблем вынуждены руководствоваться стихийно материалистическими принципами. И только благодаря этому обстоятельству они способны давать объективные истины о развитии природы, то есть быть участниками прогресса человеческого знания. „Собственная теория Маха есть субъективный идеализм, — писал Ленин, — а когда нужен момент объективности, — Мах без стеснения вставляет в свои рассуждения посылки противоположной, то есть материалистической теории познания“[1]. Иначе говоря, сам характер научного исследования вынуждает естествоиспытателя не только быть стихийным материалистом в своей исследовательской деятельности, но и переходить иногда на позиции материалистической теории познания. Отсюда эклектический характер философских выводов у тех естествоиспытателей, которые не признают значения диалектического материализма как наиболее развитой и соответствующей характеру современного естествознания формы материализма. В. И. Ленин дал глубокий научный анализ гносеологических причин подобной эклектики в позитивистской философии. Он показал, что одной из причин является противоречие между сознательной идеалистической установкой позитивистов как философов и их стихийно-материалистическим подходом к природе как ученых-естествоиспытателей.

---

[1] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 61

В современном естествознании это противоречие не носит уже столь выраженного характера, поскольку процесс постепенного перехода естествоиспытателей на позиции материализма и диалектики дает свои результаты, и подавляющее большинство ученых не оказывает поддержки тем идеалистическим интерпретациям достижений естествознания, которые имеют место в рамках неотомистской, неопозитивистской философии и т. д. Вместе с тем, нельзя не видеть, что философская, мировоззренческая борьба вокруг естествознания продолжается не только по линии резкого и недвусмысленного противопоставления материализма и идеализма, но и по конкретным, более частным гносеологическим выводам, гносеологическим интерпретациям, неизбежно вплетенным в ткань теоретического естествознания. Водораздел между материалистическими и идеалистическими выводами из науки наиболее отчетливо выделяется при решении вопроса об объективности знания, в то время как проблема степени его адекватности, соответствия объекту возникает в конкретных познавательных ситуациях как теоретического, так и эмпирического уровней и допускает такое разнообразие толкований, в котором не всегда ясно проглядывает истинная философская подоснова тех или иных суждений. Глубина и точность отражения реальности всегда относительна; она достигается самыми разнообразными способами, многие из которых не подсказаны непосредственно природой объекта, а созданы творческим воображением человека. Основные понятия научной теории в силу объективности своего содержания способны выполнять методологическую функцию в отношении к частным проблемам данной науки, в развитии теории в целом. Так, например, дарвиновская идея происхождения видов путем естественного отбора сыграла для многих проблем биологии методологическую роль, которая тесно была связана с философским мировоззрением ученого. Понятие естественного отбора, отражая основной механизм эволюционного процесса, выступило важнейшим ориентиром и средством познания органической эволюции. Характерно, что это понятие не появляется в конце исследования, как его результат, но органичным образом вплетено в ткань всех рассуждений, выступая скорее предпосылкой анализа всего многообразия органических форм, их различных конкурентных отношений, особенностей их существования, поведения, географической распространенности и т. д. и т. п. В этом заключается конструктивная роль основных фундаментальных понятий теории, несущих в себе огромный методологический „заряд".

Последовательное использование исходных принципов построения знания придает теории законченный вид, позволяет рассматривать ее как системное знание, логика которого остается значимой для дальнейших исследований. В этом смысле можно говорить, что история биологии, как и история других разделов естествознания, может и должна быть представлена как поэтапное развитие теории биологического познания.

Потребность в современной разработке теории биологического познания тесно связана с тем процессом растущей теоретизации био-

логии, которая ставит на повестку дня не только необходимость углубления теоретических исследований отдельных отраслей биологии, но и наметившуюся тенденцию к созданию единой теоретической биологии как наиболее полного системного знания о сущности и развитии жизни. В этом движении к теоретической биологии существенное значение приобретают осознанные самими биологами поиски адекватных гносеологических средств, анализ применяющихся подходов, исходных теоретических понятий, их логических взаимосвязей и т. д. Так самим ходом развития биологического знания „стихийно-материалистическая теория познания", которую высоко оценивал В. И. Ленин[2], переводится в сферу осознанных методологических предпосылок исследования; в их разработку включается широкий круг ученых, заинтересованных в успехах теоретической биологии.

1. Некоторые особенности современного биологического знания

Проблема сущности жизни остается центральной, способной объединить разрозненные теоретические исследования в области генетики, биологии индивидуального развития, эволюционного учения и т. д. в единую систему теоретической биологии. Эта на первый взгляд довольно тривиальная мысль о ведущем значении проблемы сущности жизни раскрывает глубокое содержание, когда мы учитываем тот факт, что широкое проникновение в биологию методов и концепций таких наук, как физика, химия, математика, кибернетика, сопровождается необходимо проникновением в нее и принципов мировоззрения и способа мышления представителей этих наук. Вторжение в царство жизни с ее обескураживающей, как говорил Гейзенберг, сложностью требует достаточно серьезной перестройки не только конкретных методов исследования, но и невыразимого в точных характеристиках и количественных определениях стиля мышления, привычной манеры рассуждения. Удивление перед богатством, щедрым многообразием и тайной мудростью жизни является отнюдь не простым психологическим феноменом, но необходимым условием трезвого научного отношения к возможностям и границам применимости методов и концепций точных наук. Без учета этой как бы „поэзии" жизни каждый новый утвердившийся в рамках точных наук метод исследования может быть истолкован при его перенесении в биологию как единственно надежное средство получить быструю и даже математически выражаемую разгадку сущности жизни. Между тем проблема сущности жизни остается нерешенной, и ее постепенное решение, безусловно продвинутое вперед участием точных наук, совершается там и постольку, где и поскольку раскрываются новые стороны биологической специфичности. Воздействие общего характера современного естествознания (вероятностный стиль мышления, кибернетический стиль мышления, акцент

---

[2] См. В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 337.

на структурный и системно-структурный подходы и т. д.) в каждом отдельном случае и в целом претерпевает существенную трансформацию под давлением объективной логики существования живого. Последнюю нельзя не учитывать и не вводить тех „надбавок", тех спецификаций методов, концепций и даже отдельных понятий точных наук, которые нуждаются в коррективах биологической спецификой.

Иными словами, проблема адекватности в биологии, учитывая все возрастающее значение комплексного исследования, может быть выражена как проблема получения биологического знания на основе также и небиологических средств познания.

По сравнению с недавним прошлым значительно возросло количество объектов исследования, что явилось результатом революционных изменений, связанных с проникновением на молекулярный уровень живого, а также с развитием популяционной биологии, биоценологии, учения о биосфере. Использование методов точных наук в изучении традиционных и новых объектов, а также возросшая роль моделирования, в том числе математического, роль абстрактного исследования существенно усложнили проблему отношения субъекта и объекта. Все более важным становится учет тех изменений, которые вносятся в объект самим фактом его исследования, все более ответственной оказывается операция экстраполяции знания, полученного на сравнительно простых объектах, в область широких общебиологических проблем. Адекватность отражения конкретных свойств объекта проверяется не только на основе точных физико-химических и математических подходов, но и всей совокупностью традиционных биологических методов, включая метод наблюдения, сравнительно-исторического анализа, оценки эволюционной значимости и т. д. Многообразие средств исследования, включая средства точных наук, сохраняет свою ориентацию на самый важный критерий биологического исследования— успех в продвижении знания биологической специфичности.

Для доказательства того, что проблема адекватности отражения действительно включена в содержание как конкретно-исследовательских, так и методологических задач, рассмотрим подробнее характер современной молекулярной биологии, этой наиболее открытой для точных наук области биологического знания.

2. Молекулярная биология и проблема адекватности знания

Молекулярная биология изучает живое на неживом объекте — молекуле и использует созданные в химии и биохимии методы структурно-функционального анализа как ведущее средство познания. Преимущественно эмпирический характер молекулярной биологии ставит проблему адекватности отражения в прямую и непосредственную связь с разработкой все более точных и тонких методов эксперимента. Критерии, по которым можно судить о достоверности, о чистоте эксперимента, явля-

ются общими для всего естествознания, ориентирующими ученого на самокритичное отношение, на честность и беспристрастность в оценке результатов своей работы[3].

Возможности постановки чистого эксперимента значительно возросли с проникновением в биологию методов так называемых точных наук. Критерии чистого эксперимента — воспроизводимость опыта, присутствие контроля и достаточная степень достоверности — стали более очевидными и доступными для анализа.

Действительно, воспроизводимость опыта как первый и наиболее существенный критерий чистоты эксперимента легче осуществить в пробирке, нежели на целом живом организме, когда трудно учесть, выделить и стабилизировать необходимые факторы эксперимента. По мере роста применения точных методов биологический эксперимент становится все более „изящным", то есть более лаконичным, простым и наглядным. „Как правило, изящные опыты обманчиво просты: их легко воспроизводить, но трудно придумать, они нешаблонны по решению и убедительны. При постановке изящного опыта расходуется относительно мало физического труда и бездна умственного"[4]. Более легкая воспроизводимость молекулярно-биологического эксперимента становится следствием его изящества. Каждый из переломных этапов в развитии молекулярной биологии доказывает тот факт, что затраченная исследователем сила творческого воображения, фантазии и вместе с тем логическая строгость рассуждения оплачиваются небывало быстрым признанием открытия. Его легко проверить, воспроизвести и тем самым превратить в общепризнанный научный факт.

Что касается необходимости контроля как критерия чистого эксперимента, то и здесь молекулярная биология имеет большие возможности уравнять условия в опыте и в контроле, исключив в контроле действие того фактора, который подвергается изучению в опыте. Пример с изучением рибонуклеиновой кислоты показывает, что изоляция исследуемого фактора, вырывание его из взаимосвязей с другими доставляет немало трудностей и в молекулярно-биологическом исследовании. Длительное время выделенная из клеток РНК получалась низкого молекулярного веса. Оказалось, что устранение из опыта фермента рибонуклеазы, разрывающего связи в молекуле РНК, не происходило полностью, так как этот очень активный фермент выделяется кожей млекопитающих и естественно находился на кончиках пальцев экспериментаторов. Только работа в перчатках и с использованием тщательно вымытой посуды позволила устранить „подрывную деятельность" рибонуклеазы. Обнаружив подобные просчеты в условиях опыта, экспериментатор получает возможность строго изолировать исследуемый фактор и провести параллельно серию контрольных опытов, выступающих необходимым подтверждением эксперимента.

Наконец, критерием чистого эксперимента является также его до-

---

[3] См. А. Н. Белозерский, Б. М. Медников. Что такое чистый эксперимент. М., 1969.

[4] Там же, стр. 26.

стоверность, которая достигается использованием в опыте и в контроле как можно большего количества биологических объектов, сравнение которых позволяет определить, случайна или не случайна полученная разница между опытом и контролем. Применение теории вероятностей привело к созданию науки биометрии, принципы и методы которой позволяют дать количественную оценку достоверности на основе сравнения данных опыта и контроля.

3. Установка на специфику биологического

Итак, постановка чистого эксперимента приобрела в биологии новые возможности с переходом на молекулярный уровень изучения организмов. Но вместе с тем возникают новые методологические трудности при экспериментальной работе и методологические проблемы при обработке экспериментальных данных. Главная трудность обусловлена тем, что химические структуры живого обладают биологической функцией. Вторжение в сферу живого, препарирование его организации, разделение на составные и т. д. не может не воздействовать на биологические функции. И это обстоятельство вызывает затруднения при структурно-функциональном анализе живых организмов.

При изучении конкретных звеньев обмена веществ функции чаще всего обнаруживаются как определенная совокупность химических и физических свойств структуры. Они связаны с биологическим эффектом опосредствованно, обнаруживая свою биологическую значимость не в данной локальной химической реакции, а в последовательном ряду их, в общем суммарном результате определенного цикла. Эта связь настолько устойчива, что позволяет судить о биологических возможностях данной структуры без применения собственно биологических методов проверки. Так, для определения нативности структуры ДНК, то есть ее сохранности и способности к функционированию, используются такие физико-химические показатели, как коэффициент вязкости, кривые плавления, спектр поглощения, константы седиментации и т. д. Однако физико-химические критерии рано или поздно дополняются биологическими, поскольку возникает необходимость проверить „работу“ фермента, нуклеиновой кислоты или целого комплекса биологически активных веществ. Единство физико-химических свойств и биологических функций молекулярных структур живого определяет тот факт, что в экспериментальном исследовании физические и химические методы неразрывно связаны с генетическими, физиологическими, при этом нельзя упускать из виду и эволюционный аспект. Изучение биохимической структуры постоянно корректируется главной целевой установкой — понять биологический смысл, биологическую целесообразность тех или иных особенностей строения биополимеров.

Основная целевая установка молекулярно-биологического исследования и комплексный характер применяемых методов дают основание говорить о том, что молекулярная биология не просто изучает химические и физические свойства биологически важных молекул, но пред-

ставляет собой равноправную, хотя и специфическую, область биологического познания. Этот вывод до сих пор не потерял своей актуальности, поскольку современное многообразие подходов к изучению живого, существование многих уровней организации живого и соответственно многих уровней его исследования ставит настоятельную задачу совмещения этих уровней, проведения „сквозных линий", способствующих пониманию общих и существенных свойств жизни. Без признания фундаментальности молекулярно-генетического уровня организации и соответственно фундаментальности формируемых при его изучении теоретических концепций и понятий теряется „начало", основание сложной иерархии уровней познания. Сколь важно при теоретической обработке молекулярных исследований понимание системной организации жизни и общебиологических проблем, столь же существенно признание биологического статуса молекулярной биологии как науки не только о „химии жизни", о „химических основах наследственности" и т. д., но и о таких фундаментальных началах живого, без теоретического осмысления которых невозможно создание современной теоретической биологии.

Итак, проблема адекватности отражения в молекулярно-биологическом исследовании должна решаться с учетом его направленности на определение биологической значимости структуры, на выяснение биологического смысла тех или иных особенностей структурной организации макромолекул. Эта задача выступает целевой установкой исследования, основным методологическим требованием в создании схемы эксперимента и в разработке путей его интерпретации. Более того, ориентация на биологическую функцию структуры не только является выражением основной направленности молекулярно-биологического исследования, но и повседневно используется в качестве критерия истинности и объективности структурных исследований. Получил ли экспериментатор искаженную условиями опыта, либо субъективными факторами картину структурной организации, или ему удалось обнаружить реальные свойства нативной структуры — на этот вопрос в конечном счете можно ответить лишь после того, как проверена сохранность (или восстановимость) биологической функции. В более широком плане адекватность полученного знания той части биологической реальности, которая находится в поле зрения молекулярной биологии, проверяется степенью ее участия в решении общебиологических проблем. Здесь речь идет уже не столько об эмпирических сведениях, сколько об их теоретическом обобщении.

4. Концепция „биохимической универсальности" и свойство отражения

Наиболее обоснованной теоретической концепцией молекулярной биологии являетея концепция „биохимической универсальности", формулирующая проблему общности принципов организации живого на языке молекулярно-биологических исследований. Концепции эволюции моле-

кулярных структур живого находятся в стадии становления, поскольку сравнительно-историческое исследование белков и нуклеиновых кислот сопряжено с большими трудностями и получены только первые результаты, позволяющие установить некоторые эмпирические закономерности. Во всяком случае, можно констатировать, что организация и эволюция — эти два основных фокуса теоретического мышления современного биолога — выступают предметом исследования достаточно оформившихся направлений в молекулярной биологии.

Концепция биохимической универсальности может быть рассмотрена в качестве существенного вклада в онтологическое доказательство универсальности свойства отражения. С одной стороны, теория генетического кода как важнейшая часть концепции биохимической универсальности, раскрывает фундаментальные основания всех форм отражения в живом, указывает на единые истоки их возникновения и развития, заключенные в специфическом свойстве информационных макромолекул создавать свое зеркальное отражение по принципу комплементарности. Вместе с тем всем своим содержанием молекулярная, или физико-химическая, биология сблизила живое и неживое настолько тесным образом, что понимание единства природы впервые в истории науки обрело уровень точного количественного обоснования. Ленинская мысль об отражении как общем свойстве материи получает ныне аргументацию, идущую не только „снизу", от знания структуры неживого вещества, но и „сверху", от понимания физико-химических основ биологической формы движения. Исследования химической и предбиологической эволюции, составляющие важнейший аспект проблемы возникновения жизни, подтверждают ту точку зрения, что свойство отражения и неразрывно связанное с ним свойство информации принадлежат не только сложноорганизованным самоуправляемым системам. Более примитивные неживые химические системы обладали такими возможностями, спонтанная эволюция которых неизбежно привела в определенных условиях к росту организованности, упорядоченности систем и к появлению жизни.

Многие исследователи химической эволюции (Дж. Бернал, М. Кальвин, Н. Пири и др.) признают за исходный момент возникновения жизни появление свойства редупликации, то есть специфически-биологической формы отражения, обеспечивающей на основе потоков вещества, энергии и информации воспроизведение себе подобного. Каким образом возник матричный синтез молекул — остается загадкой, но в методологическом плане чрезвычайно существенно, что современные представления о матричном синтезе основаны на глубоко диалектичном рассмотрении реального осуществления принципа комплементарности как единства сохранения и изменения, инвариантности и вариабельности. Специфичны, индивидуальны не только белки, но и нуклеиновые кислоты, и на основании сформулированных Чаргаффом закономерностей соотношения пуриновых и пиримидиновых пар в молекуле нуклеиновой кислоты (так называемые „правила Чаргаффа") изучается видоспецифичность нуклеиновых кислот и ее корреляция с систематикой, филогенией и эволюцией организмов. Поиски сохраняющихся ве-

личин при изучении молекулярных структур живого составляют важнейшую сторону единого познавательного процесса, направленного на овладение фундаментальными основами жизни. Благодаря нахождению инвариантов становится возможным изучение вариабельности, и наоборот, через определение вариабельности, видоспецифичности — обнаруживается сохранение таких существенных свойств, которые позволяют сформулировать некоторые устойчивые закономерности существования и развития молекулярных структур.

5. О соотношении понятий „изменение“ и „развитие“

Важно подчеркнуть, что аспект изменения, присутствующий при изучении механизма редупликации, носит специфически-биологический характер и органично переводится в плоскость эволюционной проблематики. Появление „ошибок“ в матричном синтезе биологически необходимо для усиления индивидуализации систем, этого важнейшего условия действия отбора. Если бы была возможна идеальная работа механизма редупликации, то однообразие форм, строго идентичных исходным, ликвидировало бы направленность, необратимость эволюционного процесса и тем самым уничтожило бы саму эволюцию как способ существования жизни. Эволюция осуществляется на основе и благодаря возникающим вариациям матрицы, что неизбежно порождает работу отбора. Понятие „конвариантной редупликации“, введенное Н. В. Тимофеевым-Ресовским, как нельзя лучше выражает эту приспособленность самого механизма редупликации к совершению эволюционного процесса.

В биологическом знании, если оно выражено на достаточно теоретическом уровне, любое изменение может быть объяснено, выведено из предыдущего и осмыслено по его глубокому биологическому значению. В этом смысле можно говорить о совпадении понятий изменения и развития. Первое из них фиксирует множественность случайных отклонений от инвариантов, второе как бы упорядочивает эту множественность, придает ей направленность и тем самым обнаруживает необходимый характер случайности. Довольно распространенная формулировка „всякое развитие есть изменение, но не всякое изменение есть развитие“ ориентирует на дискриминацию некоторого класса изменений перед лицом эволюции, устанавливает неравноправность, неравнозначность изменений, то совпадающих, то не совпадающих с развитием.

На наш взгляд, данный вопрос имеет принципиальное значение как для молекулярной биологии, совершающей постепенный переход с сугубо структурных позиций на эволюционные, так и для оценки путей синтеза аспектов организации и эволюции в теоретической биологии в целом. Если при изучении любого типа изменений не иметь в виду методологическую ориентацию на более глубокое понимание развития, то существующая разделенность и известная разобщенность биологического знания оказывается трудно преодолимой. Могут возникать устойчивые суждения, не подвергаемые далее сомнению, о том, какие изменения связаны с развитием, а какие — нет. Соответственно этому отдельные

разделы биологии (такие как систематика, морфология) по-прежнему рассматриваются как вне-эволюционные. Совершается ошибка сугубо гносеологического характера, поскольку забывается тот простой факт, что приобщенность изменения к процессу развития отражает в первую очередь уровень нашего постижения биологических событий. До сих пор не было сформулировано какого-либо четкого критерия, позволяющего „навести порядок" в потоке многообразных изменений, разделив их и классифицировав в аспекте развития. И это не случайно. Изменение самого знания об изменении препятствует такой классификации.

Можно возразить, что молекулярная биология, изучая молекулярно-генетические процессы, механизм редупликации и механизм мутагенеза, показала эволюционное значение тех и только тех изменений, которые затрагивают генетический код. Неоламарксистские представления о полной определяемости внутренних изменений воздействиями внешней среды, об адекватности изменений этим воздействиям показали свою несостоятельность именно в свете достижений молекулярной генетики. На эмпирическом уровне становится возможным и безусловно необходимым все более четкое определение тех особенностей признака и далее целого организма, которые жестко запрограммированы наследственной информацией, и тех модификаций, которые возникают в процессе онтогенеза и не являются наследственно-передаваемыми. Значит ли это, что механизмы эволюции целиком определяются молекулярным уровнем, что ненаследственные изменения оказались вне эволюции и наконец-то возможна четкая классификация эволюционной значимости изменений? В более широком плане — значит ли это, что молекулярная генетика, как это представляется подчас ее энтузиастам, способна вынести на своих плечах всю тяжесть генетических и эволюционных проблем?

Известно, что развитие генетики и особенно ее молекулярных аспектов восполнило существенные пробелы в дарвиновском учении и позволило начать исследования микроэволюции, тех пусковых механизмов эволюционного процесса, которые составляют его элементарную ячейку и развертываются на молекулярном уровне жизнедеятельности. При этом накопление конкретного знания сопровождается отработкой его логической структуры, выдвижением тех элементарных понятий, которые способны на уровне теории дать адекватное отражение самого факта фундаментальности микроэволюционных процессов. Так, например, сформулированы и активно используются при построении эволюционной теории такие понятия, как элементарная эволюционная структура, элементарное эволюционное явление, элементарный эволюционный материал и элементарный эволюционный фактор[5]. Эти понятия призваны не только систематизировать знания микроэволюционного процесса, но и перекинуть мостики от микроэволюции к макроэволюции, объединить эти два уровня познания эволюции таким образом, чтобы

[5] См. Н. В. Тимофеев-Ресовский, Н. Н. Воронцов, А. В. Яблоков. Краткий очерк теории эволюции. М., 1970.

элементарность выделенных понятий „работала“ на понимание целой системы, единого целостного процесса эволюции.

6. Об уровнях изучения эволюции

Очевидно, что подобный системный подход исключает привилегии какого-либо уровня изучения эволюции, сохраняет проблемы соотношения генотипа и фенотипа, филогенеза и онтогенеза организма и среды в качестве ведущих проблем, наиболее полно отражающих специфичность биологического знания. „Отбор идет по фенотипам, а отбираются генотипы“ — в этой лаконичной формулировке, выдвинутой Э. Майром и ныне часто повторяемой, содержится не только фиксация поля деятельности отбора и его результат, но и целое миропонимание современного эволюциониста, способного совместить уважительное отношение к точному знанию генетико-информационных процессов с признанием важности кропотливого описания той живой совокупности свойств и признаков организма, без которой невозможно представление об его активности, о его целостности, сформированной в течение индивидуального развития. Реализация наследственной информации происходит как процесс ее преобразования в индивидуальном развитии под воздействием целой системы прямых и обратных связей между популяцией и биогеноценозом. Непременным объектом и участником этих связей является биологический индивид, способ существования и поведения которого не описывается молекулярной генетикой, генетикой популяций или генетической теорией естественного отбора. Отмечая значение генетической теории естественного отбора, И. И. Шмальгаузен писал: „При таком подходе в тени остается индивидуальное развитие организмов, ведущее к реализации фенотипа. Так как именно фенотипы являются активными носителями жизни и объектами естественного отбора, то ход индивидуального развития не может не иметь значения для эволюции. И, наконец, самое главное, в генетической теории естественного отбора не видно организма как такового с его активной борьбой за свою жизнь. Понятие борьбы за существование, лежащее в основе теории Дарвина, совершенно выпало. Естественный отбор выступает как внешний фактор, а сам организм — как пассивный объект, с которым оперирует естественный отбор. Это не является верным отражением действительных соотношений“[6].

Постоянно подчеркивая необходимость учета биологической индивидуальности, активности организма, И. И. Шмальгаузен рассматривал фенотип как целостное образование, все признаки которого обнаруживают высокую степень „сцепления“; их изменения чаще всего „затрагивают целые взаимосвязанные системы, регулирующие основные жизненные проявления, и тогда их результат сказывается в изменении общей выносливости организма по отношению к внешним факторам

[6] И. И. Шмальгаузен. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск, 1968, стр. 39.

(к климату), общей активности, жизнедеятельности, плодовитости. Взаимосвязанность большинства признаков фенотипа — условие жизнеспособности, устойчивости и активности особи и вместе с тем условие, обеспечивающее высокие качества передачи информации"[7].

Итак, свойства фенотипа проявляются в формах активности особи, в формах ее жизнедеятельности, и эти формы подвержены столь многообразным изменениям, что невозможно заранее и четко сказать о более значимых или менее значимых изменениях и тем более нельзя отвлекаться от аспекта развития, от включенности всех изменений в эволюционный процесс. Аналогично тому, что на молекулярном уровне эволюционно значимы как точность редупликации, так и ошибки при считывании информации, в целом биологическом процессе противостояние устойчивости и изменчивости создает процесс развития, универсальный характер которого на эмпирическом уровне науки фиксируется в виде разнообразных изменений, а на теоретическом уровне — как учение об эволюции.

Относительность оценок эволюционной значимости изменений подтверждается и самой молекулярной биологией, ее последними достижениями по изучению эволюции молекулярных структур живого. Ставшие уже классическими работы по эволюции белков гемоглобина (Полинг, Э. Цукеркандль) за последние два-три года дополнены исследованиями белков цитохрома *С*, дыхательного фермента, участвующего во всех окислительно-восстановительных реакциях. Цитохром *С*, как объект молекулярно-эволюционного исследования, дает большие возможности для установления взаимосвязи различных групп организмов животного и растительного царства, их положения в систематике и филогении с теми происходящими замещениями аминокислот в белке цитохрома *С*, которые обусловлены замещениями в гене. Установлено, что существует три вида кодонов в гене цитохрома *С*: вообще не изменяющиеся, мало изменяющиеся и изменяющиеся очень быстро. Определение инвариантных кодонов сопровождается определением инвариантных аминокислотных группировок в белке, и это позволяет обнаружить происходящие замещения в других частях молекулы. Принципиально важной при этом является биологическая оценка происходящих замещений. Вслед за Кимурой ряд исследователей приняли понятие „нейтральная мутация" в качестве одного из важнейших не только для интерпретации данных молекулярной эволюции, но и для известной ревизии исходных положений современного эволюционного учения.[8]

Нейтральной мутацией называется такое изменение кодона, которое или не влечет за собой изменения фенотипа (аминокислотной последовательности белка) или приводит к такой замене аминокислот, которая не влияет на свойства белка (не затрагивает его активного центра).

---

[7] И. И. Шмальгаузен. Кибернетические вопросы биологии, стр. 47.

[8] J. L. King, T. H. Jukes. Non-Darwinian evolution. "Science", 1969, v. 164, N 783; H. Amheis, C. E. Taylor. Non-Darwinian evolution: Consequences for neutral allelic variation. Nature, 1969, v. 223, N 900.

Нейтральные мутации возникают случайно, остаются вне воздействия селективного начала на молекулярном уровне, но тем не менее, накапливаясь, способны влиять на эволюционный процесс и в определенных условиях переходить в изменения, подверженные отбору. Поскольку процентный состав нейтральных мутаций достаточно высок, предлагается внести существенные поправки в представление о решающей творческой роли естественного отбора в эволюции — нейтральные мутации ему не подчинены и обнаруживают какие-то иные механизмы эволюции, не связанные с отбором. Сторонники этой точки зрения называют свою концепцию „не-дарвиновской" и считают, что ее значение выходит далеко за пределы исследования молекулярной эволюции.

Общая оценка „не-дарвиновской" концепции достаточно затруднена, так как обилие эмпирического материала еще не подкреплено необходимыми теоретическими выводами. Представленные интерпретации звучат не очень убедительно, поскольку они не считаются с установленными на макроуровне эволюционными закономерностями и более того — с апробированными длительной историей науки философскими подходами — например, с представлением о невозможности абсолютной случайности. В целом предпринятое решительное противостояние логике дарвинизма нуждается в более серьезном обосновании и позитивных конструкциях, которые могли бы в том же объеме теоретического и логического знания претендовать на революционный переворот в эволюционных представлениях.

Вместе с тем нельзя не видеть, что в связи с развитием молекулярной биологии, открывшей новые возможности для кибернетического и математического подходов к живому, возникает и укрепляется тенденция поиска иных, чем естественный отбор, или дополнительных механизмов эволюции. К этим поискам, справедливо предупреждая скороспелые выводы, следует, вероятно, относиться как к любым поисковым работам в научном исследовании: не предрекать их результат до того, как он получен и вместе с тем не уподобляться энтузиастам в их преждевременном обобщении новых данных.

Во всяком случае представленный материал имеет существенное значение в дальнейшем разрушении установившейся было традиции рассматривать наследственную информацию, наследственный код как концентрацию только эволюционного опыта, как результат протекшего, а не постоянно совершающегося процесса. Нейтральные мутации, если будет доказана их определяющая роль среди остальных мутаций, представят существование нуклеиновых кислот как подвижное, находящееся в состоянии постоянного изменения, то есть поистине включенное в процесс развития. Какие из эмпирически установленных изменений имеют больший эволюционный вес, какие — меньший — это задача конкретного исследования, непременно проводимого с выходом в теоретическую сферу, с ориентацией на определенную, достаточно обоснованную эволюционную концепцию.

* * *

Итак, молекулярная биология, применяя в большей степени, чем любая другая биологическая наука, неспецифические средства познания, доказывает как в сфере эксперимента, так и теории, что решающими критериями адекватности знания остаются специфически-биологические критерии. Структурно-функциональный анализ, заимствованный в своих основных чертах из химии, физики, кибернетики, все определеннее становится не самоцелью, а средством приобщения молекулярной биологии к эволюционной проблематике. Способ организации молекулярных структур, происходящие с ними изменения могут быть не просто описаны, но и поняты в их биологическом значении лишь тогда, когда будет изучено их происхождение, когда точка зрения историзма, развития возобладает над точкой зрения структурности таким образом, что сама структура предстанет в виде исторически-закономерного образования, претерпевшего и претерпевающего процесс развития. Это предполагает свободный и широкий выход молекулярной биологии в область теоретических обобщений. Достаточно глубокие теоретические выводы о единстве органического мира, о единстве живого и неживого уже составили гордость молекулярной биологии и привели к серьезным методологическим сдвигам во всей системе биологических наук. Дальнейшая теоретизация молекулярной биологии связана с участием в решении той задачи, которая была четко сформулирована В. И. Лениным: „всеобщий принцип развития надо соединить, связать, совместить с всеобщим принципом единства мира, природы, движения материи“[9]. На этом пути откроются новые возможности исследования молекулярных структур живого, возникнут новые контакты с общебиологическими проблемами, а также существенно обогатятся способы доказательства объективности полученного знания и его адекватности развивающейся биологической реальности.

---

[9] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 229.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ В СВЕТЕ ТЕОРИИ ОТРАЖЕНИЯ

1. О некоторых предпосылках постановки проблемы

Существование ритмических (колебательных) процессов на всех этапах развития биологической системы уже давно не вызывает ни у кого сомнения. Первая заявка на положительный ответ была сделана в 1789 году астрономом де Мероном, открывшим периодическое движение листьев у растений. В настоящее время период накопления разрозненных фактов считается давно пройденным, а наличие солидной литературы по этой проблеме является достаточно веским аргументом в пользу существования целого направления. Тем не менее количество экспериментальных фактов, подтверждающих наличие биологических ритмов, уточняющих их внутренний механизм, продолжает лавинообразно нарастать. Но накопление экспериментальных данных и удачные попытки объяснить сам механизм колебательного процесса (основной часовой механизм — master clock)[1] находятся в обратно пропорциональном соотношении. Для этой области исследований характерной становится тенденция к эмпиризму, появляется своеобразный ажиотаж в неконтролируемом со стороны теории накоплении фактических данных. К теории биологических ритмов может быть отнесено предостережение, сделанное П. К. Анохиным по другому поводу: „Совершенно очевидно, что мы сейчас стоим перед опасностью утонуть в обилии материала, накопившегося по частным проблемам, не связанным в систему и *это грозит потерей общего направления*“[2].

Часть теоретиков склонна видеть причину этого застоя (заявка на теорию внутриклеточных часов была сделана в 1961 году) в известной инерционности мышления и методов научного исследования. Но,

---

[1] Суточная настройка основного ритма жизнедеятельности, связанного с чередованием „темнота — свет“ и приуроченного к ритму вращения Земли вокруг своей оси, дало основание говорить о „биологических“ или „солнечных часах“, о процессе измерения времени — timing process, околосуточных (циркадных) ритмах и т. д. Характерно, что в самих терминах, с которыми связана проблема биоритмов, зафиксирована отражательная природа этого феномена.

[2] П. К. Анохин. Философские аспекты теории функциональной системы. „Вопросы философии“, 1971, № 3, стр. 56 (подчеркнуто нами — Ред.).

по-видимому, наблюдаемое в течение 10 лет отсутствие прогресса в теории биоритмов вряд ли можно объяснить одними лишь субъективными причинами. Не менее (если не более) важно выяснить те объективные внутринаучные коллизии, логику уже существующих теоретических построений, которые мешают (и одновременно способствуют) созданию собственной теории биологических процессов. Методологическое значение такого подхода бесспорно, и его осуществление следует рассматривать как задачу первоочередной важности. Следствием этой постановки явилась бы попытка выяснить, насколько частнотеоретические концепции, привлекаемые для объяснения биоритмов, вписываются в общую теорию биологии.

Раскрытие этих моментов способствовало бы, в свою очередь, уяснению очень важных в теоретическом отношении вопросов: какова функциональная роль и эволюционный смысл биологических колебаний? Каково соотношение между общим понятием ритма (как характеристики универсального времени) и понятием „биологические ритмы"? Кстати, математическое моделирование колебательных режимов столкнулось с трудностями, связанными отсутствием дефиниции именно *биологического* колебательного процесса. Каково, далее, соотношение между внутренними и внешними детерминантами в структуре биологических ритмов, а отсюда и в самом функционировании биосистем, в частности, в процессах управления?

Выполнение всех этих условий дало бы возможность наметить хотя бы гипотетически пути дальнейшего развития теории колебательных процессов в биологии, которая буквально тонет в море фактов, будучи не в силах дать им стройное теоретическое объяснение.

В плане методологического рассмотрения проблемы биологических ритмов уместно поставить два следующих вопроса.

1. Почему проблема биологических ритмов нуждается в освещении с позиции теории отражения? Какова та теоретическая необходимость, которая соединяет проблему биоритмов и теорию отражения?

2. Каковы ожидаемые результаты такого теоретического содружества? В какой мере философско-методологические соображения могут быть достаточными для обрисовки контуров возможного развития теории колебательных процессов в биологии?

Совершенно очевидно, что эти вопросы взаимосвязаны, поскольку в обоих случаях речь идет о сфере компетенции философии в частнонаучном исследовании.

Если исходить из *понятия* отражения как такого вида взаимодействия между А и В, в процессе которого некоторые свойства В воспроизводятся в соответствующих изменениях свойств А, и если в качестве А рассматривать живой организм, а в качестве В — окружающую его среду, тогда мы, задавшись целью изучить противоречивый характер такого взаимодействия-отражения, можем выбрать для анализа то или иное из возможных отношений между А и В. Таким образом, проблема биоритмов, как специфической особенности временного взаимоотношения между биологической системой и средой (и в плане внутренней структуры—как „отражения-следа", и в плане поведения—

как „отражения-результата"), может быть рассмотрена под углом зрения теории отражения. Но для того чтобы доказать, что данная конкретная теория не может не рассматриваться вне отражения, необходимо обратиться к *принципу* отражения.

Этот принцип в марксистской гносеологии означает объективность и адекватность рассмотрения. Поэтому, когда речь заходит о содержательной ценности понятий теории, об их истинном значении и движении в структуре биологического знания в целом, неизбежно встает вопрос, насколько данная теория отражает реальное положение вещей. Это особенно важно в связи с активным вторжением математики в моделирование колебательных процессов. Теория должна быть адекватна оригиналу. Другой вопрос — в каком смысле надо понимать эту адекватность, имея в виду сложность соотношения эмпирического и теоретического уровней познания. Но вопросы адекватности, как известно, входят в компетенцию теории отражения. При этом мы сталкиваемся с двумя аспектами адекватности: во-первых, с адекватностью биологического отражения (как свойства живой материи), во-вторых, с адекватностью теоретических представлений об „онтологической", биологической адекватности. Далее. Поскольку требование адекватности отражения дополняется принципом активности, то забегая вперед, отметим, что биологические ритмы как раз и выражают временной аспект активности живого, активности биологического отражения. Показать это — задача большой теоретической важности.

Понятие ритма является временной характеристикой, причем такой характеристикой, которая наряду с однонаправленностью и необратимостью времени отражает специфику временной составляющей пространства-времени. В силу этого биологические ритмы выражают временной аспект биологического отражения. „Время—ритмы—жизнь" объединяются в характеристику функциональности, процессуальности феномена жизни, поскольку жизнь — это не вещество и не свойство, а процесс, точнее, сочетание процессов (Дж. Холдейн). Задача заключается в том, чтобы показать, как ритмы не просто присутствуют, „наличествуют" в живом в качестве характеристики времени, а выяснить каково их предназначение, понять каков их фундаментальный вклад в оформление специфики биологической организации и как они отражают в структуре биосистемы общие свойства ритмики универсального времени. Другими словами, необходимо понять, являются ли биоритмы таким универсальным свойством движущейся материи, которое достаточно „знать" и „учитывать", или с ними связаны какие-то фундаментальные законы отражения в живой природе.

С философско-методологической точки зрения очень важно показать, как биоритмы, с одной стороны, отражают в структуре биосистемы некоторые характеристики универсального, внешнего, физического времени (в смысле „отражения-следа"), а с другой—как биосистемы реализуют эту зафиксированную в их временной структуре ритмичность в поведенческих актах, во всех проявлениях биологической активности (в смысле „отражения-реакции").

Иными словами, феномен колебательности в живой природе инте-

ресует нас как такая форма биологического отражения, в которой во всей полноте представлены богатство и противоречивость отражательных механизмов. Диалектика „отражения-следа", „отражения-реакции" и „отражения-процесса" формируется на языке биологических явлений как аспект „активной вписанности" живого в законы неорганического мира (П. К. Анохин). В этом, пусть феноменологическом, понятии выражены и неразрывность организма и среды, его зависимость по принципу „хочешь не хочешь, а надо" и его способность активно отражать „атаки" неблагоприятных факторов. Поэтому выяснение противоречивого единства внутреннего и внешнего в структуре, если можно так выразиться, „ритмического" отражения выступает как объективно неизбежное методологическое требование.

Такая ориентация исследования оказала бы неоценимую помощь в построении теории биоритмов как раздела с нетерпением ожидаемой общей теории биологии и одновременно с этим способствовала бы развитию теории отражения, обогатив ее введением нового аспекта рассмотрения отражательных механизмов с точки зрения их ритмической природы.

Что касается ответа на второй вопрос, то его в самых общих чертах можно сформулировать не a priori, a post factum, то есть на основе теоретического анализа естественнонаучной стороны вопроса.

Таким образом, в проблеме биоритмов как в фокусе собираются некоторые наболевшие частные вопросы теории колебательных процессов и проблемы общебиологического плана, не только допускающие их переформулировку на язык философских понятий, но и делающих такое „иносказание" теоретически необходимым.

2. Биологические ритмы как временной аспект биологического отражения

Биоритмы являются таким ярким и самостоятельным явлением в мире живого, что, когда пытаешься осмыслить их значение в терминах теории отражения, появляется соблазн определить их как одну из *форм* биологического отражения, в частности, как временную его форму[3]. Общим соображением в пользу такого определения является, например, допустимость говорить как об отражении в пространстве (тождество пространственных структур оригинала и „образа" — „структурно-формальное отражение"), так и об отражении во времени (тождество функционирования, поведения, проявления, изменения, развития как содержания инвариантности в рамках изменчивости — „содержательно-функциональное отражение"). Однако, в марксистской философии существует строго определенное понятие пространства-времени как формы движе-

[3] Если придерживаться принципа строгости суждений, то правильнее было бы сказать, что ритмы являются в большей степени характеристикой времени, чем пространства. С этой оговоркой мы будем употреблять понятие ритма, как соотносимое с понятием времени.

ния материи. Исходя из этого, мы не можем, даже ссылаясь на допустимость рассечения в анализе пространства-времени как всеобщей формы бытия, представить (в „лице" биоритмов) время как самостоятельную форму отражения (фактически в качестве какой-то полуформы).

Кроме того, в биологической литературе принято говорить о конкретных формах биологического отражения. Последнее обстоятельство — соображение частного порядка. И хотя сам термин тоже точно не определен, в силу уже существующего словоупотребления мы предпочли определить биоритмы как временной *аспект* биологического отражения, подчеркивая тем самым, что биоритмы должны быть выделены в качестве самостоятельной стороны биологического отражения.

Тот факт, что современная биология повернулась лицом к категории времени, стремясь найти в нем одну из возможных точек опоры для построения своей теории, не является какой-то случайностью или данью моде. Осознание упрощенности пространственного анализа структур, проникновение идеи функциональности и процессуальности живого, попытки осмысления эволюции жизни в рамках космологического времени, наконец, попытки проникнуть во внутреннюю временную микроструктуру биосистем[4] — все это вместе взятое является красноречивым доказательством столь симптоматичного для биологии XX века активного обращения ко времени как такой фундаментальной характеристике, которая требует отдельного от пространства рассмотрения. Разумеется, это не означает, что только в последние годы биологи стали заниматься изучением жизненных процессов с точки зрения их протекания во времени. В содержательном плане идея *организующей* роли больших масштабов времени вошла в биологию вместе с теорией Дарвина. Эта идея предстала на первых порах в ее самом общем виде: „Эволюция есть биологическое время". Правда, эта идея и здесь шла рука об руку с представлением о неразрывности пространственно-временной формы биологических явлений. Так, например, вид, подчиняясь „указующему" персту естественного отбора, как и особь, перемещается в пространстве (расселяется), обеспечивая себе в процессе этого активного передвижения морфологический и функциональный прогресс. Но с точки зрения того безграничного совершенствования, которое написано на зна-

---

[4] См. В. И. Вернадский. Проблема времени в современной науке. „Известия АН СССР", VII серия, отдел математических и естественных наук, 1932; Б. Гудвин. Временная организация клетки. М., 1966; Дж. Холдейн. Время в биологии. „Мир науки", 1965, № 4; Ю. А. Урманцев и Ю. П. Трусов. О свойствах времени. „Вопросы философии", 1961, № 5; Я. Ф. Аскин. Проблема времени (философское истолкование). М., 1966; А. С. Кардашева. Роль категории времени в анализе самоорганизации биосистем. „Известия на Института по философия на БАН, т. XIX 1970; Pierre Boiteau, La vie, le temps et les rythmes, La Penseé, 125, fevrier, 1966, p. 94; René Poirrier, Du temps de la conscienee au temps réel, dans „Entretiens sur le temps", Paris, 1967.

мени эволюции, сам факт перемещения в пространстве обеспечил жизни как явлению космическому завоевание времени.

Поэтому когда речь идет о том, что современная биология активно повернулась лицом к понятию времени, имеется в виду сознательное обращение ко времени как к категории.

Правомерность такого чисто временного подхода не опровергается ссылками на неразрывность пространственно-временной формы бытия материи потому, что времени присущи параметры, не имеющие пространственных аналогов (необратимость, „стрела" времени), и потому, что уже частная теория относительности выработала такое понимание единства пространства-времени, которое, устранив их разрыв, оставила их различие[5]. Эйнштейн прекрасно понимал, что в физическом содержании времени временная координата определена совсем иначе, чем пространственная. Вернадский вслед за Эйнштейном, с одной стороны, подчеркивал, что в реальном бытии живого организма „отделить время от пространства невозможно. Смерть организма, не существующая в косных телах биосферы, и есть такое отделение"[6]. А с другой — весь дух рассуждений Вернадского о специфике биологического пространства-времени дает понять, что для него в этом единстве пространственная организованность отступает на второй план перед временной. Смена поколений, которую он рассматривает как дление живого, по его мнению, не имеет никакого отношения к координатам пространства. Он даже сетует, что натуралист, не имея возможности игнорировать проявления времени при изучении живого организма как пространственного тела, к сожалению, сознательно этого не подчеркивает[7]. Сегодня мы можем констатировать небывалый скачок в „сознательности" современного биолога, если он полагает, что знание „нужного момента времени" в процессе физиологической регуляции не менее важно, чем вопросы „что", „сколько", „где"[8]. А само расположение, упорядочивание всех этих видов регуляции во времени вызвало к жизни появление такого понятия как „временная структура" живой системы. Это понятие является в известной мере „плагиатом" понятия „внутренняя временная структура" универсального времени. Но их сходство подчеркивает лишь отражательную природу биологического времени. О важности чисто временного аспекта жизни говорят также и современные теоретические установки „физикалистского" плана. Так, например, К. Ф. Вейцзекер, отстаивая гипотезу „радикального физикализма" (сведения биологического к физическому) в биологии, полагает, что физика будет включена в теоретическую биологию именно *как описание объектов во времени*.

Поскольку биологическая форма отражения является по сути дела ярким представителем отражения как оформленного феномена, переки-

[5] Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., 1966 (послесловие М. Э. Омельяновского).

[6] В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. М., 1965, стр. 191.

[7] Там же, стр. 191—192.

[8] См. статью Халберга в сб. „Биологические часы". М., 1965.

дывающего мост к более развитым формам (психической и социальной), необычайно важной и интересной представляется задача выяснить, какую роль сыграла временная структура неорганического мира в формировании такого специфического феномена, как биологическое отражение. Это одинаково важно как для изучения эволюции различных форм отражения (ибо бесспорно должны быть какие-то *общие закономерности возникновения нового качества,* прослеживаемые на „стыке" предшествующего и последующего этапов развития), так и для понимания самого биологического отражения как актуально данного, с точки зрения его самых фундаментальных характеристик. Иными словами, роль Времени и его „полномочного" представителя — Ритма должна быть прослежена во всех трех аспектах отражения как атрибута материи: „отражения-следа", „отражения-процесса" и „отражения-результата"[9]. В биологическом плане это означало бы выявление некоторых существенных сторон *организационных* принципов жизни. В ходе исследования такая установка привела бы к раскрытию диалектики процесса и результата, поскольку сама организация биосистемы должна быть понята не как изначально данное, а как суммарный итог эволюции и индивидуального развития биосистемы. Таким образом, проблема самоорганизации оказывается ключевой позицией, на которую должны быть брошены все теоретико-познавательные силы теории отражения, современных системных и кибернетических представлений, а также классической и новой биологии.

Ведь даже самосохранение и адаптация, в интересах которых начинает использоваться отражение при переходе от неживой природы к живой[10], возможны лишь при наличии какой-то примитивной, первичной самоорганизации. П. К. Анохин рассматривает последнюю как предварительное условие возникновения самой специализированной живой материи[11], которая в своем противодействии сопротивляющимся ее возникновению разрушительным силам „старого" неорганического мира явилась первым активным отражением на биологическом уровне.

Поскольку пространственно-временная непрерывность внешнего мира могла быть усвоена, отражена формирующейся биосистемой только в форме дискретных, значимых событий (для того, чтобы „понять" важность происходящего, организм должен был сначала его заметить, выделить), в виде „следов" могли быть отражены *только* регулярно, ритмично повторявшиеся события. Только они приобретали характер „сигнальности", значимости и только по отношению к ним организм настраивал всю свою деятельность. Так суточная периодичность „темнота — свет" в силу своей постоянной, неустранимой повторяемости „утро—день—вечер—ночь" была „понята" организмом не как случайность,

[9] Под „отражением-следом" понимается статический результат, а под „отражением-результатом" ответная реакция системы.

[10] См. В. С. Тюхтин. Теория отражения в свете современной науки. М., 1971, стр. 7.

[11] См. „Ленинская теория отражения и современная наука", т. II, гл. 5.

а как закономерная необходимая связь. Почему же мы удивляемся тому, что некоторые цветы раскрываются утром и „захлопывают" свои лепестки вечером, что есть первые петухи, по которым можно проверять время, что каждой осенью птицы улетают на юг и каждой весной возвращаются в родные места и т.д. Эта повторяемость событий внешнего мира предстала для организма как *упорядоченность*, которую „стоило" отразить в собственных структурах для того, чтобы противостоять всем остальным, неупорядоченным, ненужным, случайным, а очень часто и опасным внешним воздействиям.

Другими словами, *организовать себя* вновь возникшая жизнь могла, только отразив в себе, выделив определенные отношения упорядоченности в неупорядоченном и хаотичном мире, из которого она вышла. Только благодаря этому организм в своем качестве биологического субъекта смог противопоставить себя среде и бросить вызов ее разрушительным силам. Что касается самого процесса отражения этой упорядоченности, то он протекал как раз по типу уподобления структуры внутренних ритмов ритмам внешним. Дело в том, что в структуре самого времени ритмам принадлежит упорядочивающая функция.

Ритм как элемент временной формы бытия означает повторяемость, возращение одного и того же признака, одной и той же стадии, волнообразного процесса. Являясь выражением периодической структуры процесса, он закрепляет существенный признак, как бы наводя тем самым порядок в последовательной смене фаз. В качестве примера можно указать на самоповторяемость молекул ДНК, восстановление-разрушение химических компонентов клетки, колебания численности „хищников" и „жертв" в системе Вольтера и т.д. Следовательно, функция ритма заключается в закреплении того, что должно быть выявлено. Отсюда можно сделать вывод, что ритм *организует* временной процесс, а сама идея ритма содержит мысль об организующей роли периодических процессов. Ритм, таким образом, выступает как фактор целостности, сохраняемости системы. Кроме того, повторяемость, имеющая место в рамках общего необратимого процесса развития, не абсолютна, так как повторение происходит каждый раз в обновленном виде. Следовательно, мы имеем дело с „восходящей", спиралеобразной ритмичностью, потому что каждая новая волна, период или цикл означает не простое повторение, а выражение чего-то достигнутого. Возвращается хотя и тот же самый, но все-таки обновленный признак. Таким образом, ритмическая структура времени олицетворяет развитие и оказывается причастной к закону „отрицания отрицания". А тот факт, что мы имеем дело с повторяемостью направленной (пронизываемой „стрелой" времени), и объясняет, почему ритмичность предстает как важнейшая характеристика организованных систем.

Таким образом, биологическое отражение, рассматриваемое с точки зрения времени, формируется под организующим влиянием ритмов универсального времени. В процессе своего зарождения биологические системы, отразив в своей структуре ритмику Универсума, зафиксировали его в качестве собственного биологического феномена. Если допустимо

говорить о том, что при переходе от неживой природы к живой свойство отражения начинает использоваться в качестве особого фактора самосохранения и адаптации, то при попытке проанализировать временную компоненту этого процесса правомерно говорить об *активном использовании живыми системами универсального феномена ритмичности.*

Биологическая система в своем качестве „онтологического субъекта" как носителя действия[12] могла устоять в борьбе с разрушительным действием вредоносных факторов среды лишь предварительно к ним приспособившись. Организму, постоянно противопоставляющему себя внешней среде, не ведома „ностальгия" по объективной реальности. В качестве биологического субъекта он включен в нее, связан с ней и именно на основе этой неразделенности отражает в своей структуре основные законы внешнего мира. Его связь с окружающим миром (как связь биоритмов с ритмами внешней среды) предопределена его возникновением и в этом смысле фатальна. Живое, отразив однажды и зафиксировав в своей структуре законы неорганического мира, пошло „на поводу" у этих законов, которые предстали перед зарождающейся жизнью как упорно повторяющиеся, регулярные, ритмичные события.

Пространство осуществлено все, а наличие актуального, настоящего момента времени предполагает несуществование предшествующего и последующих его моментов. Если события, происходящие в окружающем мире, представить как „атомарные" явления, протяженностью (пространственностью) которых можно пренебречь, то временную структуру мира можно выразить как связь событий, которые определяются направлением от „раньше" через „сейчас" к „позже".

Временные отношения „раньше" или „позже" являются всеобщими атрибутами реального времени и означают признание становления как объективной сущности временного процесса. Такое представление о временной специфике составляет основу общепринятой на сегодня концепции времени. На ней настаивал и Эйнштейн, предлагая исключить из рассмотрения конструкцию „замкнутого" времени (подвергающую сомнению топологическую „открытость" времени) в пользу традиционной теории времени. Исключением явился А. Грюнбаум, который вместо общепризнанных „раньше" и „позже" предложил ввести нейтральное „между", равнодушное к противоречивым концепциям „замкнутого" и „открытого" времени. В нашей литературе такой подход Грюнбаума встретил скептическое отношение на том основании, что подобное обобщение понятия времени лишает его рационального смысла. „Если подойти к понятию времени с точки зрения его генезиса, то нетрудно установить, что оно было введено именно для фиксации различий между явлениями, одно из которых происходит раньше другого. В этом заключается основной эпистемологический смысл понятия времени, которое играет роль альтернативы понятия пространства, приз-

---

[12] Т. Павлов считает допустимым говорить о „субъекте" в гносеологическом и онтологическом смысле, как носителе действия, движения вообще. (см. сб. „Ленинската теория на отражението и съвременността", София, 1970, стр. 44).

ванного фиксировать события, лишенные временных различий, то есть происходящих одновременно"[13].

Поскольку в отражательных механизмах *отношения* одних воздействий на другие играют существенную роль, то трактовка проблемы биоритмов (зафиксировавших повторяющиеся отношения событий внешнего мира) на этапе теоретического обобщения оказывается пронизанной представлениями, основанными на теории отражения. Наиболее удачной попыткой такого совмещения чисто биологических представлений о роли времени в эволюции жизни с теорией отражения бесспорно является концепция П. К. Анохина об „опережающем отражении действительности", вот уже много лет развиваемая автором и породившая огромный поток интерпретационной литературы. В этой концепции слиты воедино самые „интимные" конкретности живого и самые общие абстракции теоретического уровня. Отметим два существенных для развиваемой темы момента:

1. Акцент, который был сделан концепцией „опережающего отражения" на роли пространственно-временного континуума, заложил основы исследования *структуры взаимоотношения неорганического и органического мира,* структуры, которая была сформулирована автором концепции как проблема „активной вписанности" живого в абсолютные законы неорганического мира.

2. Сама формулировка опережения, зафиксированного, в сущности, аналитически, исходя „прямо" из фактов, столкнулась, по признанию автора концепции, с формулировкой пространства и времени в философском плане. Оказалось необходимым понять, как точно, к каким именно параметрам пространства-времени должен был приспособиться живой организм, чтобы выжить во что бы то ни стало. Выяснилось, что организм не мог приспосабливаться к длительности времени, к простой последовательности событий, иначе он погиб бы в хаосе внешних событий. Организм реагировал только на повторяющиеся, ритмические события внешнего мира, которые в силу этой своей фундаментальности и повторяемости давали ему возможность „понять" окружающий мир, чтобы „разумно" в нем действовать. Эта периодичность, ритмичность означала дискретность жизненно важных для организма узловых событий, возвышающихся над подлинным постоянством незаметных и малозначимых событий и явлений жизни. Следовательно, отразить ритмы внешнего мира стало для организма вопросом „суровой необходимости" и одновременно — внутренней потребности.

Именно это обстоятельство создало предпосылки активного поддержания свободно выбранного поведения в виде программы, цели, „модели потребного будущего" до момента реализации самого поведения. Именно оно обеспечило эффект опережения.

Способность к свободному выбору поведения реализуется как способность развертывания внутренних возможностей системы. Само

---

[13] Э. Чудинов. Послесловие к книге А. Грюнбаума „Философские проблемы пространства и времени". М., 1969. стр. 553.

же это развертывание осуществимо на основе адекватности, согласованности поведения системы с особенностями среды, поскольку истинная свобода выбора (действия) как выражения активности возможна лишь на основе „знания" обстановки. Организм никогда не действует вслепую, наощупь. Даже если вырабатываются совершенно новые варианты поведения, процесс их выработки все равно осуществляется на основе какого-то предварительного знания, зафиксированного в виде стереотипов. Опережение как форма активного отображения становится возможным в силу соответствия, настройки поведения в целом на определенные, „изученные" и опробованные заранее варианты взаимодействия со средой, зафиксированные во внутренней структуре как отражение-результат. Поведение системы никогда не реализуется на пустом месте. А сама выработка новых форм поведения осуществляется на фоне сличения со старыми выработанными формами и стереотипами поведения. Новая же стратегия потому и нова, что есть с чем сравнить. Поэтому адекватность отображения выступает в качестве предпосылки активности[14]. Повышение адекватности отображения всегда связано с повышением активности системы, если иметь в виду активность целесообразную.

Активность системы, по сути дела, навязывается ей внешней средой в качестве ультиматума. Ведь „смысл" и цель деятельности системы заключается в том, чтобы выжить, сохранить себя как единицу. Значит надо или разрешить среде разрушить себя, или устоять. Первого система с ее установкой на целесообразность не может себе позволить, поскольку есть эволюционно закрепленный принцип — „выжить во что бы то ни стало". Тогда вопрос „быть или не быть?" переформулируется в вопрос „как быть выгоднее и лучше?" И в своем стремлении приспособиться как можно лучше и „выгоднее" система использует заранее накопленный опыт и „знания", вложенные в нее эволюцией. Ведь внешняя среда выступает одновременно и как условие, и как препятствие для функционирования системы. Поэтому организм, с одной стороны, преодолевает среду, а с другой — ей же подчиняется. Преодолевает в той мере, в какой она ему позволяет, и подчиняется ровно настолько, насколько это не мешает реализации его собственной инициативы.

В феномене „опережающего отражения" присутствует не сама действительность, не какое-то конкретное событие, а лишь вероятность его наступления. Поскольку отражение (как результат) как таковое актуально и связано с настоящим, предвидение *возможности* наступления определенного события в будущем осуществимо лишь на базе прошлого, закрепленного, усвоенного опыта. В этом смысле внутреннее есть аккумулированное внешнее, отодвинутое в прошлое. Это — своеобразная кладовая знания о „делах минувших".

Поэтому активность отражения живой системой окружающего мира, ярче всего проявляющаяся в феномене „опережающего отражения

---

[14] См. гл. 1 в настоящей книге.

действительности", связывает звенья „раньше-сейчас-позже" в непрерывную временную последовательность.

Такая активность, взращенная на опыте прошлого, находясь в постоянном контакте с настоящим, передает эстафету преемственности развития, обеспечивает живой системе „рывок" в будущее. Активность есть направленное самодвижение и в силу своей временной структуры является внутренней причиной функционирования самоуправляемой системы. Сама же активность отражения, как мы видели, возможна при условии адекватности процесса отражения. Применительно к биологическим системам и вообще к системам самоорганизующимся понятие адаптации оказывается связанным с переменностью, ритмичностью состояний организма[15]. Это естественно, потому что именно этой ценой, ценой колебаний около среднего гомеостатического уровня, организм сохраняет свое постоянство, свой гомеостазис как конечный результат приспособляемости. Так, постоянство химического состава живой клетки является результатом повторяемости химических циклов в клетке. Несмотря на непрерывный обмен веществ, возникают *одни и те же молекулы* нуклеиновых кислот, белков, жироподобных веществ. Процесс разрушения и воссоздания одних и тех же веществ непрерывен. Важно подчеркнуть, что этот ритм, складывающийся из чередующихся процессов разрушения и восстановления, обеспечивает сохранение индивидуальности организма на протяжении всей его жизни. Само возникновение жизни было связано с образованием химических систем, в которых были условия для самоповторения. Самоповторение выступает здесь как основа ритмичности, точнее оно — сама ритмичность. Эти условия реализовались в структуре молекул ДНК, которые оказались способными самоудваиваться, а также изменяться, стойко сохранять приобретенные изменения и управлять синтезом белков, а, следовательно, и всех других органических соединений протоплазмы. В процессе эволюции постепенно отметались формы с хаотическим обменом веществ, и поэтому в каждом поколении выживали доклеточные существа с лучшей организацией биохимических процессов во времени. Наибольшей приспособляемостью обладали комочки протоплазмы с более упорядоченными циклами превращений и энергии.

Таким образом, активные формы поведения организмов, активность биологического отражения совершенствовались путем механизма биологических ритмов. Поскольку целесообразная активность возможна лишь при условии адекватности отражения, *биологические ритмы предстают как мера адекватности биологического отражения.* Одновременно они оказываются и мерой адаптации организма, ибо приспособление биологических систем к условиям своего окружения с их феноменальным эффектом динамической устойчивости („ультраустойчивости", по Эшби) осуществляется именно ценой колебания основных жизненных переменных около некоторого среднего состояния равновесия. Недаром Э. Бауэр говорил об „устойчивом *не*равновесии" живых систем.

---

[15] У. Р. Эшби. Конструкция мозга. М., 1961, стр. 98.

3. Ритмы внутренние и ритмы внешние

Существует давняя, многовековая традиция, связанная своими истоками не только с наукой „описательной", какой до недавних пор была биология, но и с наукой „толковательной", объясняющей, какой с самого начала была философия. Эта традиция основана на интуитивном представлении, что если мы имеем дело с какой-либо системой, находящейся в определенной среде, то все, что происходит вне этой системы, есть внешнее, а все то, что принадлежит системе „лично", в отвлечении от окружающей среды, есть внутреннее. В этом плане внутреннее совпадает со спецификой и качественной определенностью предмета, а внешнее — как с его „бытием" в окружающей среде (функциональный аспект или аспект проявления внутреннего), так и с самой средой, „вместилищем" данного внутреннего. Явная невозможность существования одного без другого объясняет неразрывную, необходимую и противоречивую природу их связи. Разумеется, нельзя забывать и гносеологическую сторону вопроса, в котором внутреннее предстает как знание о ненаблюдаемых, скрытых сущностях. В этой связи современная ориентация на построение общей теории биоритмов как раз и свидетельствует о попытке представить в системе понятий внутреннюю структуру биологического колебательного процесса, его фундаментальную роль в оформлении биологической „индивидуальности".

Что касается внутреннего времени, то оно представляет собой время, в котором организуется живая природа (прогрессирующая в своем развитии до осознания времени как реальной формы своего бытия). Дж. Уитроу связывает внутреннее время с „областью пространства, занимаемой живыми клетками, которые относительно изолированы от Вселенной"[16]. Внешнее или физическое время — это время вообще, космологическое или геологическое, как называл его Вернадский, то есть всеобщее Время, рассматриваемое как относительный аспект абсолютной пространственно-временной формы бытия.

Методологической, философской основой рассмотрения связи между внутренним и внешним временем как раз и является этот материалистический принцип всеобщей объективности времени как реальности, существующей не только в живом, но и (прежде всего) до живого. В этом смысле понятия внутреннего и внешнего времени в известной степени условны, так как внутреннее время, вплетаясь в общую ткань Универсума, несет в себе (и не может не нести!) основные черты всеобщности. В этих рассуждениях опять вырисовывается традиционная проблема сведения внутреннего к внешнему, органических законов жизни к законам неорганического мира, биологии к физике и т. д. Противоречивость специфичности, особенности и всеобщности снова и снова заставляет ставить вопросы типа: „Могут ли иметь биологическое время и биологическое пространство в каком-то смысле самостоятельный онтологический статус, или они являются просто частным слу-

[16] Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., 1966, стр. 89.

чаем физического времени и пространства? Иными словами, можно ли утверждать, что биологическое время и пространство образуют специфическую пространственно-временную форму?"[17]

Основываясь на материалистическом постулате, дающем возможность принять внутреннее время как отражение внешнего, универсального времени, примем в качестве исходных два момента: с одной стороны — особенности временной организации живых систем можно понять исходя (прежде всего) из всеобщности объективного времени; с другой — учитывая генетическую преемственность внутреннего биологического времени, мы не должны забывать, что оно имеет свою историю (сама его история и есть его собственное время) и является его более поздней, но тем не менее специфической формой проявления времени вообще.

Другими словами, после принятия сохранения на уровне живого всех основных характеристик времени per se остается посмотреть, в чем же заключается принцип действия биологических часов в собственной биологической сути. Для этого необходимо зафиксировать биологическое время „в статическом" срезе.

Проблема внутреннего биологического времени, биологической ритмики в современной биологии наиболее полно представлена в проблематике, получившей название „биологических часов". Считается, что биологические часы задают темп всем временным процессам в организме. Они сформировались в ходе эволюции как внутренняя, передающаяся по наследству способность измерять время. Возражение тех, кто считает, что колебательные процессы в живых организмах имеют экзогенную природу, и что природа биологического осциллятора определяется внешними причинами (Ф. Браун), заостряет философскую значимость проблемы биоритмов. Она в этом случае сводится к выяснению вопросов, являются ли биологические часы эндогенным механизмом, действующим согласно своим внутренним законам или биоосциллятор работает только под управлением сигналов, приходящих из окружающей среды, и его работу можно объяснить только внешними моментами.

Решающим доказательством эндогенности биоритмов, их относительной независимости от внешних возмущающих воздействий служит сохраняемость биоритмов и *при отсутствии* внешних периодических воздействий. Так, если свет является основным синхронизатором внутренних периодических процессов (поскольку суточный ритм вращения земли вокруг своей оси оказался, по выражению Эмме, „ветром господствующего направления"[18]), то фазы соответствующего биологического колебательного процесса наступают в заданной ранее строго определенной последовательности и при непрерывной темноте, то есть

---

[17] А. М. Мостепаненко. Проблема универсальности основных свойств пространства и времени. М.—Л., 1969, стр. 194.

[18] Отсюда то предпочтение, которое отдается понятию „циркадный" (околосуточный) ритм.

при отсутствии воздействия внешнего светового фактора. Правда, эта сохраняемость заданного заранее ритма ограничена рамками некоторого определенного времени (закон эндогенности биоритмов), по истечении которого нарушается согласованность внутренних и внешних периодических процессов. Типичный случай — опыты в сурдокамерах, когда исключение светового фактора в условиях темноты позволяет сохранять представления о реальном времени лишь первые сутки. Хотя в этом случае, на биологическое время наслаивается и психологическое, доводы против указанного ограничивающего условия не дискредитируют сам закон эндогенности биоритмов, ибо ограничивающие условия сопутствуют любому закону[19]. Кроме того, строгая периодичность внутренних ритмов сохраняется не только в искусственных, опытных, но и в естественных условиях (полярные день и ночь). Сохраняется она также и в периоды пониженной реактивности организма (как это бывает при зимней спячке), когда последний нечувствителен к внешним определителям ритма, которые *поэтому* „субъективно" воспринимаются организмом как постоянные условия.

Таким образом, в современных теоретических представлениях принцип внутренней обусловленности (эндогенности) биоритмов является в свою очередь таким же „ветром господствующего направления", каким явился суточный ритм вращения Земли, сформировавший эту эндогенность. Однако правильно понятая эндогенность, внутренняя детерминированность ни в коей мере не означает разрыва с внешним (ни с актуальным, ни с внешним, отодвинутым в прошлое). Поскольку активность внутреннего есть такая специфическая самостоятельность системы, такая автономия, породившая инициативность, саморегулируемость внутренних процессов, которая возникла на базе исторически формировавшейся связи с внешним; поскольку, кроме „среды индивида" как актуальной наличной среды, существует „среда вида", которую особь получила в наследство через эволюцию. Пожалуй, здесь учет длительности как одной из характеристик времени оказывается не менее важным, чем ссылка на становление и ритмичность как на более фундаментальные спецификаты универсального времени.

Поэтому, следует считать абсолютно неприемлемой — и теория отражения здесь на нашей стороне — точку зрения, выделяющую следующий особый класс ритмов саморегулирующихся систем. Принцип их работы определяется инертностью системы и *„не создается в процессе биологической эволюции,* он задан саморегулирующейся системой и используется в интересах жизнедеятельности особи"[20]. При всем

---

[19] Это ярко демонстрирует теория клеточных часов Е. Е. Селькова, в которой циркадные колебания клетки представлены как колебания, генерируемые клеточными часами в особых строго ограниченных условиях.

[20] С. Н. Романов. Ритмы структурно-биологической природы. Сб. „Колебательные процессы в биологических и химических системах". Вып. II, 1971, стр. 205. Само выделение такого класса нам кажется искусственным, ибо биологические системы — это системы кибернетического типа,

нашем уважении к интересам последней, выраженном к тому же публично[21], представить существование такой особи, саморегуляция которой не создается в процессе эволюции, а просто существует, мы не решаемся. Саморегулируемость, как и самоорганизация вообще, „имманентна" только в смысле конечного результата развития. Именно развитие предопределяет эффект саморегулируемости.

Излагать здесь подробно, в чем заключаются особенности биоритмов, не рационально. О том, что „такое бывает", существует уже огромная литература. Достаточно уяснить, что безоговорочно принято утверждение, что в основе всех видов биологического движения находятся колебательные, циклические процессы[22].

Что же касается схематического, „статического" среза проблемы, то кроме аспектов внутреннего и внешнего, важной представляется та особенность биологических ритмов, которая проявляется в их иерархичности. С одной стороны, биосистема организована во времени *вся*, „с ног до головы", и любой системе в целом присущ свой специфический ритм жизнедеятельности. Но сама эта жизнедеятельность складывается из ритмов различных уровней, и что особенно важно — различной природы. Несмотря на внешнюю однородность явлений биологической ритмичности — от жизни отдельных биомолекулярных структур до биосферы в целом — каждому из уровней присуще своеобразие. Поэтому если имеет смысл говорить о рациональности классификации биологических ритмов[23], систематизирование их по принципу иерархичности является одной из неизбежных операций. В самом общем виде это: колебательные феномены на уровне цитофизиологии и цитоморфологии (проблема клеточных часов); физиологические колебания — на уровне систем: гормональной, сердечно-сосудистой, дыхательной и т. д.; ритмы организма в целом как биологической единицы с его основным ритмом жизнедеятельности, ритмом сна и бодрствования; ритмы психической и интеллектуальной жизни с их выходом в проблему психологического и социального времени.

При этом можно отметить, во-первых, *структурную неоднородность* биологического времени, проявляющуюся в зависимости между уровнем организации и длительностью циклов соответствующих структур. Каждому уровню свойствен свой масштаб времени. (Простой пример: длительность циклов, свойственных клетке, больше длительности ее органелл.) И, во-вторых, — такую неоднородность времени, которую можно было бы охарактеризовать как *неравномерность деления* на протяжении индивидуального цикла жизни особи (например,

---

и представить существование какой-то биосистемы как несаморегулирующееся вряд ли возможно. (Подчеркнуто нами — Ред.).

[21] См. А. С. Кардашева „Философский анализ проблемы биологической активности". „Вопросы философии", 1966, № 8.

[22] С. Э. Шноль. В сб. „Колебательные процессы в биологических и химических системах", вып. 1, М., 1967, стр. 35.

[23] См. цитир. публикацию С. Н. Романова.

оказалось, что время для человека в 50 лет течет быстрее, чем для ребенка в 10 лет). Последнее обстоятельство связывается с феноменом замедления физиологического времени с возрастом.

Если рассматривать биологическую деятельность как деятельность „субъекта", которому свойственна элементарная познавательная деятельность (в виде зачатков), то оказывается, что время познающего субъекта замедляется по мере накопления получаемой информации. Следовательно, есть связь между информацией, индивидуальным временем и активностью системы, которая проявляется в: а) прямой пропорциональной зависимости между снижением физиологической активности, сопровождающей нисходящую фазу жизни, и замедлением индивидуального времени и б) обратной — между ними и ростом приобретенной информации.

Итак, фундаментальной особенностью биоритмов является их внутренняя детерминированность (эндогенность), понимаемая не как изначальная вложенность, имманентность в бергсоновском смысле, а как обусловленность исторически сформировавшаяся в контакте с внешним. Вычленение, автономия внутреннего, порожденного внешним, обеспечило живой системе ту активность и свободу поведения, которые сконцентрировались в ее „способностях" к самоорганизации. Биоритмы в этом смысле организовывали саму эту активность.

4. Некоторые вопросы теории биоритмов и математического моделирования

Последние годы были заполнены поисками все новых и новых феноменов колебательных процессов с тенденцией все большего проникновения вглубь биологических структур, дающего знание новых сторон тончайшего механизма биоосциллятора. Сам механизм клеточных часов, приуроченный еще ранее к мембранным, двуоболочечным структурам (имеющим внутреннюю — ядерную и внешнюю — собственно клеточную мембраны) оказалось необходимым расшифровать на языке биохимии. Поэтому поиски колебательных феноменов на уровне цитофизиологии и цитоморфологии (клетки) свелись к расшифровке биохимических колебательных процессов. А сами клеточные часы предстали в теории Е. Е. Селькова как *биохимическая* автоколебательная система, в которой автокаталитический синтез тиолов играет решающую роль[24]. Следовательно, интерпретация основного часового механизма (master clock) как такого механизма, действие которого не приурочено к отдельным структурам, а обусловлено *взаимодействием* различных внутриклеточных структур, остается в силе[25] с той лишь оговоркой, что

---

[24] Е. Е. Сельков. Клеточные часы как автоколебательная биохимическая система. В сб. „Колебательные процессы в биологических и химических системах", 1971, стр. 5.

[25] Б. Гудвин. Временная организация клетки. М., 1966. Попытка Б. Гудвина представить клетку как набор независимых биохимических осцилляторов встретила вполне

в настоящее время само представление о взаимодействии приурочено не к внутриклеточным макроструктурам, а к биохимическим микроструктурам. Правда, макрообъемы остаются непосредственным объектом изучения, но сами внутриклеточные структуры предстают в расчленённом виде, когда в рамках макрообъема синхронизируют отдельные конформационные колебания макромолекул, которые в границах макрообъема суть микроструктуры, являясь, в свою очередь, материализованной кинетикой малых молекул. Кроме конформационных колебательных процессов, выделяются кинетические, биохимические (регуляционные) колебания. По-видимому, они могут трактоваться как такие колебания, механизмы которых обеспечивают внутреннюю логику действий.

Огромное значение „кинетического совершенства" биосистемы, определяемого его физическими и химическими свойствами, заключается в том, что такая кинетика определяет направление эволюционного процесса[26]. На этом основании С. Э. Шноль допускает возможным оценивать „узловые" этапы эволюции, поскольку каждому этапу эволюционного процесса соответствует свой очередной принцип кинетического совершенства. Этот принцип предельного кинетического совершенства и поможет определить основные эволюционные направления на базе общих физико-химических соображений. Кинетика при этом определяет эволюционный процесс не просто ради самой себя и через себя, а имеет непосредственный выход в морфологию эволюционирующих структур. С выходом на морфологический макроуровень связан второй этап биологической эволюции по Шнолю. Ведь если кинетика — это само движение, то не менее важным является вопрос „что движется?", наряду с „куда" и с закономерным вопросом „зачем". Поэтому вывод: что нынешняя структура — это следствие вчерашней кинетики, а биологические структуры суть морфологическое закрепление кинетических свойств больших молекул[27] — это вывод большой теоретической важности. Его вопрошающее резюме: *„как именно* кинетика порождает структуру?" ориентирует будущие исследования в этой области, потому что установление связи самой по себе еще не раскрывает механизма ее функционирования. Без знания же этого механизма невозможно двигаться вперед.

Таким образом, мы видим, как трактовка биологических колебательных процессов как самостоятельного феномена естественно входит в сферу эволюционных представлений. Такое наложение проблем „новейшей" (физико-химической) биологии и биологии классической, основанной не столько на описании, сколько на никогда не прекращавшихся поисках обобщающих закономерностей (ярчайший пример — эволюционная

оправданное сопротивление см. работу (А. М. Молчанова в цит. сборнике, стр. 307). Пренебрежение к взаимодействиям оказалось фатальным для теории.

[26] С. Э. Шноль, цитир. статья, стр. 22.

[27] А. М. Молчанов. Возможная роль колебательных процессов в эволюции. Цит. сборник, вып. 1, 1967, стр. 274.

теория) — не является случайным. Создается впечатление, что эволюционная теория испытывает потребность быть взорванной изнутри „динамитом", заложенным в современной молекулярной биологии. С другой стороны, собственные проблемы эволюции крупных масштабов (связанные с надклеточными и надорганизменными структурами) уже давно пронизаны идеей ритмичности эволюционирующих систем. Оказалось, что даже вид стабилизировался как таковой в конечном счете лишь как результат развития, отрегулированного способностью реагировать на колебания и периодические возмущения постоянного характера. Кажущаяся взаимоисключаемость понятий „колебание" и „постоянство" снимаются, если под постоянством среды и включенного в нее объекта эволюции понимать постоянство конечного результата развития. Выражением его является повышение роли внутренних факторов. В этом смысле понятия „стабилизация" вида и „гомеостазис" отдельного организма эквивалентны в том плане, что и в том, и в другом случае речь идет о постоянстве конечного эффекта, конечного результата действия.

Отсюда становится возможным совместить в эволюции организм и вид. Хотя сама эволюция осуществляется на надорганизменном уровне (популяция, вид, биогеоценоз), „субъектом" эволюции, ее творцом и жертвой одновременно является отдельный организм. Совсем не случайно, что само повышение роли внутренних факторов эволюции осуществлялось и по линии усиления генного контроля. И хотя возникшая популяционная генетика (Четвериков, 1926) занялась изучением распределения генов в популяциях, за усиление акцента на популяциях, а не генах, было заплачено дорогой ценой. Естественный отбор предстал как внешний фактор по отношению к организму, к тому же как фактор не созидающий, а разрушающий. Шмальгаузен, анализируя эту ситуацию, справедливо отметил, что при такой трактовке направленность вносится в эволюционный процесс извне, а не является результатом сложного взаимодействия внешних и внутренних факторов. Поэтому, например, генетическая теория эволюции Добжанского оказалась неадекватной требованиям современной биологии и с необходимостью должна была дополниться введением тех новых принципов понимания механизмов эволюции, которые принесла с собой теория стабилизирующего отбора И. И. Шмальгаузена. Ведущим узлом ее стала *конструкция механизмов* эволюционного процесса. Другими словами, эволюция предстала как саморегулируемый процесс. Само действие основывается на столкновении активных усилий каждой особи с внешними факторами, сопротивляющимися данной акции. Поэтому индивидуальные качества отдельных особей неизбежно накладывают свой отпечаток на крайний результат[28]. Введение организма в анализ эволюционного процесса позволило понять эволюционный процесс не односторонне, а всеохватывающе. Индивидуальная активность организма предстала как элемент генеральной линии эволюции. Ста-

[28] И. И. Шмальгаузен. Регулирующие механизмы эволюции. Зоологический журнал, т. 37, вып. 9, стр. 1291.

ло ясно, что устойчивость организма, включенного в эволюцию, есть результат действия стабилизирующей формы естественного отбора.

Таким образом, гены, включенные в структуру индивидуального организма, оказались не только материальными носителями эволюционных преобразований, но и „контролерами" эволюционного процесса. Результатом является та закономерная перестройка самого механизма эволюции, которая привела к появлению нового понятия „эволюции эволюции". В терминах категории времени это могло бы означать единство внутренней и внешней структур такого специфического временного ряда, каким является эволюция.

Типичным примером того, как внутренние факторы сами становятся предпосылкой эволюционных преобразований, является механизм множественного генного обеспечения. Так, мутации, возникшие в половых и соматических клетках, не окажут своего фатального воздействия, если не пройдут через „пропускной пункт" множественного генного обеспечения.

Если для индивидуального организма время выражается в старении, смерти (индивидуальное время), для вида — в смене поколений (время вида), то для жизни в целом — в совокупном эволюционном процессе (эволюционное время). В попытке совместить в анализе эволюционных механизмов организм и вид, включить в эволюцию организм можно отметить удивительное совпадение позиции Шмальгаузена и Вернадского. Последний писал в 1928 году: „Едва ли однако возможно в настоящее время так элементарно просто противопоставить организм среде, то есть биосфере, как это делалось раньше. Мы знаем, что организм не случайный гость в среде. Он часть ее сложной, закономерной организованности. И частью той же организованности является его эволюция[29]. Если учесть, что время вообще, как процесс направленный и необратимый, представляя собой сумму индивидуальных времен, проявляется через конечное, индивидуальное время, то соотнесение эволюции (как биологического макровремени) и индивидуума (движущегося в микроинтервалах времени) теоретически неизбежно.

С другой стороны, совмещение энтропийных и эволюционных представлений, рассмотренных с позиций концепций времени, дало возможность понять эволюцию как процесс дискретный, в котором в качестве „атомов" могут быть представлены отдельные эволюционные „шаги" или „циклы". Выделение эволюционного цикла дало возможность упростить задачи, связанные с формализацией эволюционной теории. Самая общая схема эволюционного цикла включает в себя два предельных случая: этап статического равновесия (термодинамики в широком смысле слова) и этап „чистой", медленной эволюции (связанный с возникновением термодинамически квазиравновесных состояний)[30].

---

[29] В. И. Вернадский. Эволюция видов и живое вещество. „Избранные сочинения", т. V, М., 1960, стр. 238.

[30] А. М. Молчанов. Термодинамика и эволюция. „Колебательные процессы в биологических и химических системах", вып. 1, Пущино-на-Оке, 1967, стр. 293.

Итак, на смену времени установившегося термодинамического равновесия пришло более медленное эволюционное время, которое привело к возникновению новых масштабов собственного времени: времени жизни „частицы“ — индивидуума и времени жизни „частицы“— вида. Собственно, эволюционный процесс и связан со сменой циклов возникновения и расселения новых видов. Даже биосфера в целом оказалась колеблющейся системой.

Введение понятия цикла в эволюционные представления сделало идею эволюции „удобоваримой“ для точного естествознания и тем самым дало возможность для математической формализации теории Дарвина.

В области математического моделирования колебательных процессов возникла своеобразная взаимообратимость явлений „колебательных“ природных систем и моделей, когда не только колебательные режимы подвергаются теоретической операции математического моделирования, но, в свою очередь, и сами математические модели оказываются „колеблющимися“. Поэтому вопрос о границах применимости колебательных теорий сужается до более узкого вопроса о роли колебательных режимов в математических моделях[31].

В сущности, в данном случае мы имеем дело с типичным явлением взаимоотражения[32], когда отражающий объект (модель колебательной системы), неся в себе черты оригинала (самой колебательной системы), в определенной степени „превращается“ в силу соответствия[33] в отражаемый объект, ибо оригинал „ждет подсказки“ для своего дальнейшего поведения и критически „оценивает“ эффективность модели. (Ситуация, бесспорно, выглядит гораздо сложнее, поскольку элемент субъективности и „взаимной выгоды“ между моделью и оригиналом привносится истинным субъектом исследования — тем, кто моделирует, и тем, кто формулирует содержательную сторону задачи. Но в терминах только что описанной ситуации, когда „онтологическое колебание“ становится самостоятельным гносеологическим феноменом на уровне математической модели — это явление само по себе теоретически любопытно). Именно это обстоятельство позволяет говорить о математических причинах определенной частоты возникновения колебательных процессов, причинах самих по себе достаточных, чтобы колебательные процессы были важным предметом исследования.

Очень часто, однако, применение математических методов в ана-

---

[31] А. М. Молчанов. Колебательные режимы как частные случаи критических режимов. Сб. „Колебательные процессы в биологических и химических системах“, вып. 2, Пущино-на-Оке, 1971, стр. 328.

[32] А. Д. Урсул. Информация. Методологические аспекты. М., 1971.

[33] Если само отражение понимать именно как такое соответствие (тождество) двух объектов, которое возникает в результате их взаимодействия (см. А. Д. Урсул. Информация, стр. 136).

лизе биоритмов ограничивается констатацией, хотя и важных, но все-таки частных моментов в работе биологических часов сложного организма. Так, применение теории подобия и анализа размерности позволило исследовать периоды собственных колебаний микрообъектов и более крупных организмов с кровеносной системой. Были установлены, в частности, точные зависимости периодов и частот работы определенных органов и систем в зависимости от веса тела у млекопитающих, а также были определены условия нормальной работы организма под воздействием перегрузок[34]. Важно, что найденные зависимости были подтверждены экспериментально. Но ответа на основной вопрос: являются ли все эти периодические процессы, связанные с физико-химией отдельных органов и систем организма, самими датчиками (определителями времени) или всего лишь синхронизаторами таинственных биологических часов? — указанный анализ не дает.

Применение математических моделей в построении теории колебательных процессов в биологии поставило вопрос о необходимости выработки „общего языка" для специалистов разных профилей, заинтересованных в изучении колебательных процессов (И. А. Полетаев, А. М. Молчанов, Д. А. Франк-Каменецкий и др.). А отсутствие дефиниции колебательного процесса упирается при этом в вопрос: „что же собственно моделируется?". В этой связи нельзя не согласиться с П. К. Анохиным, что постановка вопроса о том, „что ищется" и „для чего ищется?", отнюдь не является тривиальной[35].

Предложение воспользоваться языком радиотехники на том основании, что последняя — наиболее разработанная из всех наук о колебательных процессах, не может не встретить скептического отношения, поскольку радиотехника бессильна в исследовании специфических особенностей биологического. То, что ритмам различных процессов присущи общие черты, — естественно, ибо ритм есть универсальная характеристика всеобщего времени. Но по отношению к биологии это означало бы остановку на полпути, потому что нахождение абстрактно-всеобщего (фундаментальности ритма вообще) должно вылиться в поиск конкретно-всеобщего, то есть таких особых закономерностей, которые в рамках данной специфики были бы законом. Нужна теория биоритмов, отражающая характерные черты и всеобщие стороны *именно биологических* процессов. А что касается классических колебательных систем — маятника, резонатора, волны, то они имеют мало общего с природой биологических колебаний[36]. Поэтому необходима такая

---

[34] В. Ш. Берикашвили. Применение теории подобий к анализу биоритмов. „Колебательные процессы в биологических и химических системах", вып. 2, стр. 341.

[35] П. К. Анохин. Философские аспекты теории функциональной системы. Материалы II Всесоюзного совещания по философским вопросам естествознания, М., 1970.

[36] И. А. Полетаев. О математическом моделировании колебательных процессов в биологических и химических системах. „Колебательные процессы в биологических и химических системах", вып. 1, стр. 291.

дефиниция биологических колебательных процессов, которая вошла бы в теорию биоритмов как ее инвариант и которая несла бы на себе печать и всеобщности и конкретности одновременно. Фактом остается положение о том, что содержательная сторона математической модели извлекается из биологии. Значит, специфически содержательный аспект является фундаментом, основой (сущностью, причиной) построения самой модели. Поэтому современная биология действительно без математики — как без рук, но сами математики соглашаются с тем, что не только руки учат голову, но и „поумневшая голова учит руки“[37].

Кстати сказать, то освобождение от несущественных частностей, которое осуществляется в процессе математизации, математической формализации, как раз и означает, что специфичность (биологического) должна быть понята на уровне всеобщности (закономерности). Так что собственная природа биологического и поиски его же наиболее общих закономерностей не исключают, а подразумевают друг друга.

Таким образом, проблема биоритмов в ее теоретическом освещении предстает как проблема комплексная, „атакуемая“ одновременно с нескольких сторон. Столь естественная невозможность проанализировать во всех подробностях биосистему обычными (аналитическими) методами вынуждает привлечь на помощь идеи интегративных подходов (системно-структурного, кибернетического) и использовать всю мощь современной математики. Прав Кастлер, подчеркивающий трудность совмещения результатов традиционного физико-химического подхода с результатами системного анализа[38]. Но это—объективная трудность такого рода, которая должна быть преодолена.

5. О существенной связи между самоорганизацией и ритмичностью

Каким же образом проблема биоритмов оказывается совместимой с системными представлениями? Происходит своеобразное наложение понятий, которое наиболее ярко выявляется в анализе понятия „самоорганизующаяся система“. В нем представлены качества как самоорганизации, так и системности, когда свойство самоорганизации может быть приписано только системам, а не их компонентам. В этом смысле качества системности и самоорганизации взаимноопределимы. Все, что обладает свойством самоорганизации есть система. С другой стороны, когда речь идет не о простой „элементарной“ системе, а о системе, состоящей из нескольких переменных, где функционирование А и В зависит не только от их собственных состояний, но в то же время и от состояний третьего элемента С, то такая система пред-

[37] А. М. Молчанов. Термодинамика и эволюция, Колебательные процессы в биологических и химических системах, вып. 1, стр. 292.

[38] П. Кастлер. Общие принципы анализа систем. „Теоретическая и математическая биология“. М., 1968, стр. 361.

полагает уже более, чем одно внутреннее состояние и, таким образом, попадает в разряд самодетерминирующихся или „самоорганизующихся" систем. Проблема самоорганизации—фундаментальнейшая проблема современной науки. Специалисты полагают, что по трудности решения и последствиям, которые это может иметь для науки и практики, атака на проблемы самоорганизации может быть сравнима с наступлением на тайны атомного ядра[39].

В силу того, что живые системы являются типичными самоорганизующимися системами, выяснение того места, которое ритмические процессы занимают в явлениях самоорганизации, поможет уяснить некоторые существенные подробности биологической ритмики.

Обращает на себя внимание тот факт, что в литературе по биологическим ритмам понятия „циркадный *ритм*" и „циркадная *организация*" употребляются как относительно равноценные. Сомнения в случайности такого совпадения отпадают, если вспомнить, что ритм *организует* временной процесс[40], когда время предстает не просто как определенный отрезок, а как связь событий, обеспечиваемая ритмом. Именно ритм организует отдельные части процесса развития в единое целое. Следовательно, если идти от чисто временных представлений, с которыми связано понятие ритма, то уже там намечается идея связи между эффектами ритмичности и организации. В то же время оказывается, что ритмы обеспечивают динамическую устойчивость живой системы. Это — эмпирический факт, при трактовке которого ритмы выступают как характеристика, свидетельствующая о единстве функционирования системы. Иначе говоря, ритм выступает как инвариант, обеспечивающий относительную стабильность процессов. Поэтому изменения ритмов, характерных для данной системы, связаны прежде всего с нарушением определенных законов и, прежде всего, законов гомеостазиса. Отсюда трансформация физиологических ритмов в патологические, когда, например, брадикардия (замедление обычного ритма сердечных сокращений) уже является симптомом патологического сдвига сердечной функции. Следовательно, как соображения общего порядка, развиваемые с позиций концепции времени, так и анализ частнонаучных фактов, „взятых из жизни" биологической системы, наталкивают на мысль о фундаментальной роли явлений ритмичности в самоорганизующих способностях биосистем.

Если же „искать" на уровне системных и кибернетических представлений, с которыми связана концепция самоорганизации, то начать, по-видимому, следует с поисков критерия самоорганизации. В интуитивное представление „самости" (как выражения самостоятельности, автономии с вытекающими отсюда: активностью, инициативностью, свободой выбора и т. д.) входит такое понимание, при котором выявляется независимость от среды (или от наблюдателя — для искусственных

---

[39] См. сб. „Принципы самоорганизации", М., 1966, стр. 13.

[40] См. § 2 настоящей главы, а также: Я. Ф. Аскин. Проблема времени (философское истолкование), М., 1966.

систем). Совершенно естественно, что это представление оказывается недостаточным, потому что важно не только зафиксировать эту независимость, но и понять, как она обеспечивается внутри самой системы, раскрыть, как она реализуется в структуре последней, выяснить, как организована эта „самость" внутри самой себя. Не останавливаясь здесь на необходимом в данном случае первичном определении, что такое просто „организация", отметим, что по Эшби переход от состояния „организация" к состоянию „самоорганизация" означает, что система старается быть „лучше". Но что значит „плохая" или „хорошая" организация? По отношению к искусственной системе этот критерий всегда внешний, привносится человеком и требованиями, которые он предъявляет к системе. Так, например, для искусственных систем требование самоорганизации связывается со способностью к самовосстановлению (саморемонтированию) выходящих из строя частей. Однако, если учесть, что человек предварительно детерминировал саму систему и, в какой-то мере, ее возможные ошибки, а, следовательно и их самокоррекцию, идея самовосстановления просто лишается смысла[41]. Таким образом, искусственная самоорганизующаяся система совсем не так уж независима, как это кажется на первый взгляд. По крайней мере, ее зависимость от наблюдателя очевидна. В связи с этим трудно не согласиться с Эшби, когда он говорит, что „ни об одной системе нельзя строго утверждать, что она является самоорганизующейся"[42].

У живых организмов их собственная организация сама по себе всегда „хороша" (с их собственной „точки зрения"). „Субъективно" организм всегда доволен собой (если отвлечься от состояний комфорта-дискомфорта, стрессовых факторов и т. д.). Оса и пиявка в одинаковой степени „уверены", что совершенны. Функция первой — ужалить. Второй — пить кровь. Но нельзя забывать, что их собственный критерий оформился лишь *после* возникновения данной, принадлежащей им организации. Последняя же определяется законами функционирования организма в актуальной среде, а также его историей. А это уже накладывает определенные ограничения на способ оценки самоорганизации внутри себя. Здесь тоже оказывается невозможным понять „самость" вне связи с наблюдателем, предстающим как компонент окружающей среды. Получается, что всякая организация „хороша" при определенных ограничениях, накладываемых внешними требованиями. Гармония жизни, перед которой в удивлении останавливается пораженный исследователь, по сути дела, не есть некая предустановленная и абсолютная гармония, а представляет собой такое совершенство, которое реализуется как конечный эффект ограничения. Так заболевший организм негармоничен. Это—всегда „плохо". Это—дискомфорт. Идеалом является здоровье как наиболее полная и адекватная реализация жизненной энергии. Поэтому заболевший организм стремится к восстановлению

---

[41] См. Л. Лефгрен. Самовосстановление как предел для автоматической коррекции ошибок. Сб. „Принципы самоорганизации". стр. 227.

[42] У. Эшби. Принципы самоорганизации. Сб. „Принципы самоорганизации", стр. 331.

нарушенного равновесия. Само же достижение этого „идеала" осуществляется ценой неизбежных временных отклонений от нормы. Ведь и условия окружающей организм среды не всегда идеальны. Трудные положения, в которые время от времени попадает организм, обязывают его устоять вопреки всему. Поэтому „хороша" та организация, которая делает систему устойчивой относительно некоторого состояния равновесия. И Эшби приходит к выводу, что всегда хороша лишь такая организация (следовательно, данная система — самоорганизующаяся), когда она удерживает существенные переменные в определенных границах[43]. Таким образом, реальная, а не идеализированная, *самоорганизация—это всегда ограничение.* Ритмы как раз и несут на себе бремя ограничения того практически неограниченного многообразия внешних и внутренних условий, с которыми связано его бытие. С ограничением внутреннего и внешнего многообразия (точнее — разнообразия) связаны информационные представления, когда сама информация предстает как отраженное разнообразие[44]. Характерным для этих представлений является то, что самоорганизующаяся система стремится найти меру между необходимым внутренним разнообразием (состояний) и потоком внешних возмущений, тоже предстающих как разнообразие факторов, с которыми сталкивается система. *Мера эта как раз и выражается степенью ограничения этого разнообразия, осуществляемого как ритмические колебания основных жизненных переменных около какого-то идеально среднего гомеостатического уровня.* Вся тайна заключается в том, что этот „идеал" всегда оказывается достижимым в реальном бытии системы как конечный результат функционирования системы в целом.

* * *

В этой главе была предпринята попытка показать, что проблема биологических ритмов является очень важным аспектом исследования биологического отражения, если его рассматривать с точки зрения Времени. В качестве такового они могут быть отнесены к разряду сущностных проявлений жизни. Биоритмы отвечают за сущность такого порядка, который связан с активностью отражения, с одной стороны, и с реализацией феномена самоорганизации — с другой. Вторая сторона является содержанием первой, если исследовать живое с позиций системно-структурного и кибернетического подходов. В такой интерпретации биоритмы предстают как фактор, обеспечивающий существенную сторону самоорганизации. Самоорганизация — это всегда ограничение, это поддержание равновесия и устойчивости (как конечного эффекта) в строго определенных пределах. Функцию же этого поддержания около некоторого среднего уровня, функцию ограничения берут на себя именно колебательные процессы. Следовательно, обе дефиниции: „живая система — это всегда система колеблющаяся" и „живая

[43] См. У. Эшби. Принципы самоорганизации, стр. 323—324.

[44] Подробнее см. главу XX настоящей книги [I]

система — это всегда самоорганизующаяся система" — в известном смысле совпадают. Если учесть исходную дефиницию, которая присутствует в первых двух как предпосылка, что живая система возможна лишь как система отражающая, то оказывается, что в этом совпадении, как в фокусе, собираются три линии исследования, которые по степени общности могут рассматриваться как три уровня субординации: *философский*—исходящий из признания отражения всеобщим свойством материи и из принципа отражения как основополагающего принципа теории познания; *системно-структурный* и *кибернетический*—делающий акцент на организующей функции биоритмов (теория систем, концепция самоорганизации, теория информации и т. д.); *конструктивный* или *биологический* — связанный с изучением биоритмов как биологического феномена (весь комплекс современных наук о живом).

Философский уровень является высшим по значению в том смысле, что он позволяет выбрать исходную гносеологическую позицию, которая является постоянным методологическим фоном (и ориентиром) частнонаучного исследования проблемы. Думается, что именно в таком плане должен быть сформулирован ответ на поставленный во введении к этой главе вопрос о роли философско-методологических соображений в построении теории. Что же касается развернутого ответа на упомянутый вопрос, то здесь — целая область серьезнейших поисков, целый конгломерат проблем, которые ждут своих энтузиастов и решение которых является назревшей теоретической необходимостью.

ГЛАВА 18

ЭМОЦИИ, ЧУВСТВА И ВОЛЯ КАК ФОРМЫ ОТРАЖЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

То, что сознание—это высшая форма отражения действительности, свойственная только человеку и интегрирующая другие формы психического отражения, не вызывает сомнения ни у одного философа-марксиста. Но это отнюдь не значит, что в понимании человеческой психики и ее происхождения в свете ленинской теории отражения уже все ясно и нет вопросов, требующих не только экспериментального, но и теоретического исследования. К ним, в частности, относится проблема, рассматриваемая в данной главе.

1. Определение эмоций

Среди подавляющего большинства психологов социалистических стран до сих пор бытует следующее определение эмоций, впервые данное нами в книге „Очерки психологии для летчиков": „Психическое состояние, представляющее собой отражение положительного или отрицательного отношения человека к фактам реальной действительности, называют эмоциями или чувствами"[1].

Анализ этой дефиниции в качестве предпосылки требует уточнения понимания формулировки „отражение отражения", вокруг которого, как известно, еще идет полемика. Мы считаем бесспорным, что объектом психического отражения может быть только внешний для психики мир. При этом необходимо различать непосредственное и опосредствованное отражение. Непосредственно психически отражаются только те воздействия внешнего для психики мира, для улавливания которых организм имеет соответствующие рецепторы как периферические блоки анализаторов. У человека (в отличие, например, от летучей мыши) нет рецепторов для улавливания ультразвуков, хотя последние им отражаются физиологически (ультразвуком, как известно, можно лечить); психически ультразвук человеком непосредственно не отражается. Поэтому неправильна точка зрения, имевшая распространение в начале 50-х годов, что психика — это отражение физиологических процессов корковой нейродинамики.

[1] К. К. Платонов, Л. М. Шварц. Очерки психологии летчиков. М., 1948, стр. 123, 139.

Дискуссия вокруг этого вопроса часто усложняется неточным пониманием тезиса: „отражение отражения невозможно". Если в него вкладывать широкий смысл — он становится неверен, ибо в таком случае физики не могли бы создать учение о свете и радиолокации, которое основывается на психическом отражении явлений физического отражения. Он тем более обнаруживает свою ошибочность, когда его распространяют на опосредствованное отражение — абстрактное мышление. Ведь тогда ни философы, ни психологи не могли бы познавать, то есть отражать психику было бы попросту невозможно (психическое отражение). Правильный момент, заключенный в этом тезисе, должен выражаться соответствующей точной формулировкой: „непосредственное психическое самоотражение своего психического отражения невозможно". Довод, что это положение опровергается наличием представлений и вообще памяти, несостоятелен, так как память является следовой формой отражения объективной реальности, а не отражением ранее бывших психических субъективных явлений.

Положительное или отрицательное отношение человека к фактам реальной действительности — это психическое явление, состояние сознание. Как и любое психическое явление, оно самоотражаться не может. Поэтому с существующими дефинициями эмоция как самоотражения, в любых их редакционных вариантах, мы согласиться не можем.

В силу этого же мы считаем неверной и формулировку, поставленную П. В. Симоновым в название главы, в которой он пытается ее обосновать: „Эмоции как отражение силы потребности..."[2]. Потребность есть отражение нужды организма, личности, группы или даже общества в целом индивидуальным, групповым или общественным сознанием; они, как и отношения, непосредственно самоотражаться не могут. И, видимо, не случайно, понимая ошибочность традиционных определений эмоций, в последнем учебном пособии по психологии один из старейших советских психологов Г. А. Фортунатов вообще заменил эмоции чувствами, а чувства — отношениями[3].

Воля до сих пор обычно понимается и определяется в учебниках как способность к осуществлению цели, к преодолению препятствий на пути ее достижения. Если попытки понять эмоцию как форму отражения делались не раз, то в отношении воли их не делал никто, кроме авторов этой статьи, пытающихся ее понять и как указанную способность, и как форму отражения[4].

Требования диалектики изучать объект в его движении, развитии,

---

[2] П. В. Симонов. „Теория отражения и психофизиология эмоций". М., 1970, стр. 15—48.

[3] Общая психология. Ред. А. В. Петровский. М., 1970, стр. 336.

[4] См. К. К. Платонов. Воля как способность и как форма отражения. Материалы 2 Межвузовской научной конференции по проблемам психологии воли. Рязань, 1967, стр. 5—8; Платонов К. К., Шингаров Г. Х. Эмоции, чувства и воля как формы отражения. „Ленинская теория отражения и современность", София, 1969, стр. 173—188.

бесспорно, относятся и ко всем психическим явлениям, в том числе к эмоциям, чувствам и воле как формам отражения. Если общепризнано, что чувства и воля присущи только человеку, то их связь с эмоциями еще не может считаться общепризнанной, что, в частности, видно из приведенной выше формулировки. И уже совсем не общепризнано соотношение эмоций и ощущений.

Принято считать, что в филогенезе скачком от физиологической формы отражения к психической были ощущения. Так, в капитальной работе, посвященной развитию психики, А. Н. Леонтьев писал: „Согласно материалистическому взгляду на психику, ее основной и исходной формой являются простейшие ощущения, представляющие собой результат воздействия на организм внешней объективной реальности, которая более или менее полно отражается в них."[5] В своих последующих работах он развил этот тезис, называя указанную стадию „элементарной сенсорной психикой", которая „охватывает собой длинный ряд животных... таких как некоторые черви, ракообразные, насекомые" и (в этом же ряду! — Авт.) позвоночные животные[6].

Как мы пытаемся показать, форм психического отражения гораздо больше и в их число входят эмоции, чувства и воля.

2. Эмоции — генетически исходная и элементарная форма психического отражения

Для марксистской психологии принципиальное значение имело обоснование С. Л. Рубинштейном решающей роли принципа единства сознания и деятельности[7]. Это подлинное „начало конца" субъективизма в психологии, веками свойственного интроспективизму (под его различными названиями). Для предыстории человеческого сознания этот принцип, говорящий о единстве и нетождестве объективного и субъективного, означал единство поведения и психики животного. Не имея ничего общего с бихевиоризмом, этот принцип по существу не только не отрицал субъективного, но, напротив, побуждал к его более глубокому изучению. Это было сделано ближайшими учениками И. П. Павлова — П. С. Купаловым и Л. А. Орбели. Высказывание П. С. Купалова здесь уместно привести: „На определенном этапе филогенетического и онтогенетического развития присущее живым тканям общее свойство раздражимости обогащается свойством переживаемости. Это — величайший скачок, величайшее событие в ходе эволюции жизни. Возникает то, что мы называем субъективным, или в другом, более полном смысле — психическим. Для живых существ весь смысл возникновения и развития этого нового качества состоит в том, чтобы слу-

---

[5] А. Н. Леонтьев. Очерки развития психики. М., 1947, стр. 9.

[6] Там же, стр. 163.

[7] С. Л. Рубинштейн. Проблемы психологии в трудах Карла Маркса. „Советская психология", 1934, № 1.

жить внешней деятельности организма, его сложному соотношению с окружающей средой"[8].

Здесь очень уместен термин „переживаемость". Он более точен, чем получивший большое распространение термин чувствительность, очень часто не отличаемый физиологами от раздражимости. Ботаники, например, говорят о „чувствительности растения к холоду". Вместе с тем о различии последних понятий писал Л. А. Орбели: „Я буду стараться пользоваться понятием „чувствительность" ... только в тех случаях, когда мы можем с уверенностью сказать, что раздражение данного рецептора и соответствующих ему высших образований сопровождается возникновением определенного субъективного ощущения ... Во всех других случаях, где нет уверенности в том, что данное раздражение сопровождается каким-либо субъективным ощущением, мы будем говорить о явлениях раздражимости и возбудимости"[9]. Нужно отметить, что Л. А. Орбели, как и П. С. Купалов скачок от раздражимости как физиологической формы отражения к чувствительности (а точнее переживаемости) как психической форме отражения видели в появлении субъективного.

В какой же форме ранее всего появилось в филогенезе психическое отражение? Надо думать, что эта форма была, во-первых, простейшей из нам известных и, во-вторых, наименее отличающейся от физиологического отражения. Потому нет оснований считать, что это было, пусть самое простейшее, ощущение, понимая под таковым „субъективный образ объективного мира"[10]. Конечно, с момента появления новой формы отражения она тем и отличалась от ранее существовавших форм, что включала в себя тот продукт работы нервной системы, который, пусть в его простейшем виде, стал субъективным, однако и у ланцетника, и у человека психическое — это не только субъективное. От ланцетника (условно, конечно, говоря) до человека все психические формы отражения включают в себя как физиологические формы, на которых они существуют, так и организацию и реализацию соответствующего субъективного.

Вместе с тем, как справедливо отметили П. С. Купалов и Л. А. Орбели, то добавление к физиологическому отражению, которое обеспечило его переход в психическое отражение, — эту, математически говоря, „дельту", — и надо обозначить термином — „субъективное".

Более простой и более интимно связанной с физиологическими формами отражения и потому, надо думать, доступной более просто организованной нервной системе формой является не ощущение, а эмоция. Это подтверждается ее полярностью переживания, ее сигналь-

---

[8] П. С. Купалов. Учение о рефлексе и рефлекторной деятельности и перспективы его развития. В кн.: „Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии". М., 1963, стр. 146.

[9] Л. А. Орбели. Лекции по физиологии нервной системы, М., 1938.

[10] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 130.

ным дихотомическим жизненно важным субъективным звучанием. Можно думать, что экономная и постепенно усложняющаяся природа вначале создала субъективное по двоичной („да-нетной") системе. Элементарные анализаторы вначале, видимо, давали только два субъективно улавливаемых качественных сигнала: жизненно полезно и жизненно вредно. Их психическим отражением были два элементарных, но количественно в разной степени выраженных переживания, в дальнейшем принявшие формы удовольствия и неудовольствия.

Такой взгляд подтверждается и данными биогенетического закона при наблюдении за новорожденными детьми. Об этом писал еще К. Д. Ушинский, отмечая, что первые произвольные движения возникают не из ощущений, а из чувствований, и не раз возвращаясь к мысли о более раннем возникновении у новорожденного эмоций, чем ощущений[11].

В своем простейшем виде эмоции ничем не отличались (и не отличаются в начале онтогенеза у человека) от простейшей потребности, как отражения нужды в чем-либо, возникающей в результате нарушения равновесия между организмом и средой. Субъективное переживание эмоции, как потребности в чем-либо, явилось биологически эффективным компонентом пускового механизма защитной моторной реакции, ставшей затем психомоторной. По условнорефлекторному механизму переживание полярных эмоций, как потребности в чем-либо или удовлетворения этой потребности, стало эффективным сигналом о возможности пагубного для организма нарушения равновесия между организмом и средой. Этот процесс нарастал по спирали, усложнялся и дифференцировался по мере морфологического развития интероцепторов как анализаторов, сигнализирующих о состоянии внутренней среды организма. Но он же, в свою очередь, способствовал морфологическому развитию соответствующих анализаторов.

Простейшим субъективным явлением была эмоция, в которой было недифференцированно выражено то, что у человека является болью, голодом, жаждой, удушием и потребностью избавиться от них. Но не меньшее биологическое значение имела и полярная простейшая эмоция, отражавшая избавление от перечисленного. Многим позже, когда уже появились ощущения, возникли и половые эмоции, и другие, более сложные: простейший страх, гнев и т. д. Стали дифференцироваться виды потребностей как психических явлений, представляющих собой субъективные пусковые механизмы деятельности. Реализуясь по мере усложнения не только в форме эмоций, но и в других формах отражения, каждая из которых получила свои нейродинамические механизмы, потребности, ставшие у человека мотивами его сознательной деятельности, превратились в особые виды отражения, сохранив наиболее тесную связь с эмоциями.

Высшее всегда включает низшее, хотя и не сводится к нему. Поэтому и формы психического отражения, возникшие на основе физиоло-

---

[11] К. Д. Ушинский. Сочинения, т. 9, М., 1950, стр. 310, 311; 48—49.

тического отражения, включают в себя регуляторную функцию такового. Ведь без этого они просто не были бы нужны, и даже случайно возникнув, исчезли бы, а не развивались.

Эмоции, установив психическую связь организма животного со средой, обеспечили быстрое развитие условнорефлекторной деятельности[12]. А на ее основе стало возможным появление ощущений и их комплексов как сигнальных образов. Если с появления эмоций начинается филогенез (и онтогенез) переживаний, то с появления в более позднем периоде ощущений — начинается и фило- и онтогенез познания, приобретения элементарных сведений о свойствах предметов и явлений мира.

Развитие ощущений совершалось на основе эмоций. Ведь уже были рецепторы, улавливающие раздражители, которые вначале субъективизировались только в форме эмоций, а потом и в форме ощущений. Они усложнялись, и появились те два вида проводящих путей, которые у человека, как хорошо известно, связывают каждый рецептор с головным мозгом. Это, во-первых, проводящие пути, доходящие только до подкорковых узлов и обеспечивающие возникновение эмоций. Они получили название лемнисковой системы. Лемнисковые пути начинаются в рецепторах и доходят до центров, в которых возникают эмоции.

Но есть, во-вторых, и специфические для каждого анализатора проводящие пути, заканчивающиеся в соответствующих участках коры головного мозга. Они-то, в совокупности с этим участком коры и с рецептором, и являются анализаторами, реализующими ощущение как субъективное явление.

Чувства — присущая только человеку форма отражения, формирующаяся у него прижизненно путем синтеза эмоций и понятий. Для их возникновения необходима опосредствованная (говоря философским языком), второсигнальная (говоря языком физиологическим), понятийная форма отражения. Эмоция страха может быть не связана с понятием, примером чему являются так называемые „ночные страхи“ детей. Но не может быть чувства любви к родине без понятия „родина“. Воспитание чувств невозможно без формирования эмоционально окрашенных понятий и неразрывно связано с формированием мировоззрения и убеждений.

3. Роль эмоций и чувств в жизнедеятельности и познании

Возникающие эмоции (как элементарная форма психического отражения), а в дальнейшем и чувства осуществляли не только отражательную и регуляторную, но и активно-тонизирующую функцию. Много-

---

[12] О роли эмоций в условнорефлекторных реакциях см. раздел „Эмоции и условный рефлекс“ в кн. Г. Х. Шингарова „Эмоции и чувства как формы отражения“, ред. К. К. Платонов. М., 1971, стр. 52—64.

численные факты повседневной жизни и научного эксперимента показывают, что эмоции имеют существенное значение для всех функций организма, всех видов деятельности человека — начиная с обмена веществ и кончая его научным и художественным творчеством.

Психика человека — это отражение действительности и высшая форма регулирования взаимоотношений организма со средой. Возникновение и протекание любой эмоции является примером подлинной интеграции психических, нервных, нейрогуморальных и сомато-вегетативных процессов в рамках всего организма. Познавательные процессы — ощущение, восприятие, мышление и память — сами по себе, не будучи связаны с эмоциями, не влияют существенно на основные биологические процессы. Но с возникновением эмоций в организме начинается „вегетативная буря".

Эмоции определяют существенные изменения в основном процессе жизни — обмене веществ, изменения в окислительных процессах организма, отклонения в водно-солевом обмене и т. д. Существенные изменения при эмоциях происходят и в деятельности эндокринной системы как химического регулятора функций организма. Давно известно существенное влияние эмоций и на деятельность сердечно-сосудистой системы. Об этом говорит и представление о сердце как об органе „глубоких чувств", и житейский опыт, согласно которому эмоциональные волнения опасны для людей с больным сердцем, так как они могут вызвать тяжелые нарушения кровообращения.

Огромно значение эмоций и в регуляции деятельности органов чувств, двигательного аппарата, в регуляции тонуса коры больших полушарий. „Главный импульс для деятельности коры, — говорил И. И. Павлов, — идет из подкорки. Если исключить эти эмоции, то кора лишается главного источника силы"[13]. Все эти факты говорят о том, что при эмоциях наступают существенные изменения в функциональном состоянии организма, в саморегуляции его жизнедеятельности.

Для понимания активной роли эмоций в деятельности организма нужно показать их место в структуре целостных отражательных актов.

Живой организм в своем внутреннем самоопределении содержит и среду, за счет которой он существует. Для того, чтобы объекты, взаимодействуя между собой, могли существовать как определенным образом организованное и функционирующее целое, всем этим объектам должно быть присуще нечто „общее", благодаря которому между ними возможны „сообщаемость" и взаимодействие. Это положение относится как к механическим, так и к биологическим системам.

С усложнением форм движения материи возникает форма отражения, в которой соотношение отражаемого и отражающего объектов принимает более сложный и активный характер. Взаимодействующим частям необходимо и имманентно присуща сущность целого. Отражающий объект в своем внутреннем определении является носителем целого и предполагает для своего существования наличие отражаемого объекта, взаимодействие с которым и определяет сущность

---

[13] Павловские среды, т. I, М., 1949, стр. 268.

отражения. Отражающий объект как бы выходит за свои пределы, светится „вовне“ и, кроме своего наличного бытия, содержит в себе в „идеальном“ виде другое. Такой объект целостной системы сам по себе является противоречием между „целостностью“, которую он несет в себе в „потенциальном“ виде, и его наличным бытием. Любая живая система содержит в себе одновременно целое как в наличном бытии, так и в „идеальном“ виде. Это противоречие лежит в основе активного отношения организма к окружающей среде.

Жизнедеятельность организма и обмен веществ как бы уничтожают наличное бытие организма и тем самым создают его активное отношение к окружающей среде, за счет которой это наличное бытие организма восстанавливается.

В эмоциях происходит определение качества внешнего раздражителя с точки зрения его связи с жизнедеятельностью организма, с удовлетворением какой-либо его потребности. Этим определяется „субъективность“ эмоциональной формы отражения действительности. В ней происходит отражение только тех свойств предмета, которые непосредственно связаны с какой-то биоконстантой организма или с каким-то другим его качеством. В силу этого в эмоциях внешний объект лишь „качествует“, он не имеет других определений, кроме тех, которые говорят о его значении для жизни организма. Поэтому при воздействии внешних объектов на организм в эмоциях происходит субъективизация этих объектов, они как бы находятся на стыке перехода объекта в субъект. При возникновении эмоций вследствие внутренних изменений в организме происходит как бы переход от субъекта к объекту. Поэтому эмоции являются своего рода элементом, связывающим объект и субъект в некоторое целое, в котором происходит взаимодействие объекта и субъекта. Этим своеобразным местом эмоций в целостном отражательном процессе определяется и соотношение объекта и субъекта в них.

Своеобразное соотношение объекта и субъекта в эмоциях определяется прежде всего тем, что между высшими организмами и окружающей их средой существуют сложные субординационные отношения различных форм движения материи. В эмоциональном отражении как бы сконцентрирована вся история жизненно важных отношений живых организмов с условиями их существования.

Эта связь высших организмов с условиями их существования в эмоциональном отражении действительности определяет и связь эмоций с активностью сознания. Поскольку в эмоциях происходит саморегуляция функций организма и его самоопределение через внешнюю среду, то в каждом эмоциональном акте заключается уже некоторая активность организма, направленная на сохранение оптимальных условий его существования. Каждая эмоция, поскольку она как отражение действительности заключается в сравнении определенного качества организма с поступающим извне раздражителем, представляет собой перенастройку внутренних состояний организма таким образом, чтобы сохранились нормальные условия его функционирования и возможность воздействия на внешний мир согласно требованиям организма, личности.

Эмоции и чувства — это всегда активно-пассивный процесс. Их пассивность определяется тем, что характер эмоций зависит от внешнего воздействия и от внутреннего состояния организма. Но этот процесс активен, поскольку всегда подготавливает организм к какой-либо деятельности, к изменению организмом его соотношений с внешним миром.

В познании действующий на субъекта предмет или явление окружающего мира отражается в виде идеального образа. Эмоциональное отражение характеризуется другими особенностями соотношения объекта и субъекта. В эмоциональном отражении отсутствует осознание противоположности объекта и субъекта. Если условно в сознании можно отделить познание от эмоций, то в последних гносеологическая противоположность объекта и субъекта, объективного и субъективного исчезает, внешнее и внутреннее переживаются как нечто единое. Отличительной чертой эмоциональной формы отражения является то, что в них переживаются внутренние состояния организма, обусловленные внешними воздействиями, но не осознается причинная связь между воздействиями и изменениями организма.

В эмоциях объект и субъект находятся в своеобразном соотношении, которое заключается в детерминации внутренних состояний субъекта воздействием объекта, но при этом не совершается акт познания. Это соотношение объекта и субъекта, как уже было отмечено, имеет первостепенное значение для активности сознания.

Подводя итог изложенному пониманию эмоций как формы отражения предметов и явлений объективного мира, надо подчеркнуть, что они отражают *не сами эти предметы и явления, а их объективные отношения к нуждам и целям человека.*

Эти отношения объективны, но человек субъективно переживает их как свое отношение к этим предметам и явлениям.

Чувства представляют собой особую форму отражения, свойственную только человеку, в структуру которого, кроме эмоций, входят и понятия. Если эмоции отражают отношения предметов и явлений к нуждам человека как организма, то чувства отражают эти отношения к человеку как к личности, как члену общества. Если эмоции регулируют взаимоотношения человека как организма с физической средой, то чувства регулируют его отношения как личности с другими людьми, и обществом в целом. Чувства формируются в онтогенезе на основе эмоций, но только в процессе общения с другими людьми.

4. Воля в структуре сознания

Понимание воли как формы психического отражения опирается на понимание цели как психического явления. Цель — это отражение объективно существующих возможностей результата действия или деятельности. Цель может быть более близкой или отдаленной, более общей, частной или элементарной. Цель может быть и иллюзорной, поскольку иллюзия — это искаженное отражение реальности. Необ-

ходимо различать объективную цель (как отражаемое) и цель, как отраженное, как психическое явление. Иногда считают, что цель всегда должна рассматриваться только как субъективное явление, как отраженное. Но цель, объективированная в поставленной задаче, в ожидаемом, запрограммированном результате, для субъекта является отражаемым, объективным.

Наиболее существенным, исходным для понимания проявлением воли является целеустремленность, могущая принимать формы и психического процесса, и состояния, и свойства личности. Целеустремленность — это отражение объективных отношений, объективной общей и отдаленной цели и возможностей личности. Притязания (уровень притязаний) представляют собой целеустремленность, в которой возможности личности заменены ее направленностью: желанием и стремлением. Поскольку направленность личности включает в свою структуру потребности, притязания всегда бывают эмоционально окрашенными, и относятся к проявлениям не только воли, но и эмоций.

Волевое усилие („сила воли") как процесс, и настойчивость („стойкость воли") как состояние или как свойство личности — это отражение объективного отношения цели деятельности, соответствующей уровню притязаний личности, и фактически выполняемой собственной деятельности, обеспечивающей достижение этой цели. Волевое усилие одноразово, и связано с более близкой целью; настойчивость — с более отдаленной, общей, подчиняющей себе частные цели.

Процесс принятия волевого решения в волевом действии и решительность как волевая черта личности являются производными от волевого усилия и настойчивости. Они определяются темпом волевого действия и преобладанием волевого компонента над эмоциональным в едином акте сознания. Последнее (баланс эмоционального и волевого компонента при господстве воли над эмоциями), взятое вне зависимости от темпа, принято называть самообладанием.

Взаимосвязи в единой структуре сознания волевой формы психического отражения с другими его формами создают такие психические явления, как произвольное восприятие, произвольное запоминание и воспроизведение, произвольное сдерживание эмоций и т. д. При этом любое такое действие, как и самостоятельное волевое действие, субъективно переживается как волевое усилие, а объективно проявляется как активность сознания и, следовательно, как активность личности.

Во всех случаях волевой формы психического отражения отражаемым объектом является та или иная реальность: объективная возможность результата деятельности или действия, собственная деятельность, их объективные отношения друг с другом или с возможностями и направленностью личности. На выявление их должен быть нацелен анализ волевого действия или деятельности. Для формирования волевых качеств личности должны создаваться объективные отражаемые явления и отношения и обеспечиваться условия волевых качеств личности; волевая форма отражения должна переводиться в ее мнестическую форму, в форму волевой (ее не надо путать с произвольной!) памяти, т. е. в запечатление, сохранение и воспроизведение волевого действия и его результата.

Мнестическая форма волевого отражения, т. е. память воли как следовая форма волевого отражения, изучена мало и редко ставится в один ряд с образной, понятийной, эмоциональной и психомоторной памятью. Вместе с тем, именно на ее основе образуются из волевых действий волевые навыки. Примером последних являются навыки дисциплины[14]. Сюда же относятся нравственные и правовые навыки, обеспечивающие культуру поведения.

Понимание воли как формы отражения действительности позволяет глубже раскрыть ее проявления как способности личности к регуляции своей деятельности в двух формах: побудительной и исполнительской, о чем писал С. Л. Рубинштейн[15]. Цель и уровень притязаний в их изложенном понимании определяют побудительную регуляцию деятельности; волевые усилия — исполнительскую регуляцию.

Цель как понятийная форма отражения действительности в процессе волевой деятельности выступает как функционирующая цель, осуществляющая на практике единство мысли и действия, переход субъективного в объективное. Благодаря творческой переработке опыта прошлого, учета настоящего и планируемого будущего, цель в идеальной форме содержит в себе средство и конечный результат труда, еще неосуществленного волевого процесса. Уровень притязаний и направленность включают в свою структуру потребности, которые в свою очередь связаны с эмоциями и чувствами.

Центральным элементом в структуре волевой формы отражения является волевое усилие. В затрудненных условиях оно проявляется при постановке цели, на этапе борьбы мотивов, в принятии решения, в его осуществлении и в дальнейшей непосредственной практической деятельности.

Необходимо резко разграничить волевой процесс с его основным элементом — волевым усилием, от более общего понятия психической активности. Отраженное содержание состава воли, включающее в себя цель, средство и конечный результат в их идеальной форме, не тождественно и не сводимо к ним как объектам отражения. Это обусловлено тем, что в процессе практической реализации цели волевой деятельности встречаются субъективные и объективные, предвиденные и непредвиденные факторы, различные трудности и помехи. Они определяют реальную закономерность развития волевого процесса и его конечный результат как реально достигнутую цель. Это дает возможность на основе практики проверить достоверность субъективной цели и степень ее истинности. „Результат действия, — писал В. И. Ленин, — есть проверка субъективного познания и критерий истинно сущей объективности“[16].

---

[14] См К. К. Платонов, Л. М. Шварц. Очерки психологии летчиков, стр. 151.

[15] См. А. В. Шмаков. О воле как форме отражения и способности к регуляции деятельности. „Материалы IV Всесоюзного съезда общества психологов“. Тбилиси, 1971, стр. 151.

[16] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 200.

Полученный результат деятельности содержит в себе нечто другое, непредвиденное в субъективной цели. Это несовпадение может идти как по линии „недовыполнения" цели, так и по линии получения дополнительных, заранее непредвиденных результатов. Таким образом, полученный конечный результат волевой деятельности выступает как „непосредственность", которая снимает субъективность цели и переводит ее в непосредственную объективность, обеспечивая тем самым единство познания и практики.

Следует отметить, что на формирование и развитие волевого процесса оказывают влияние не только конкретные внешние и внутренние раздражители, но и обобщенные — выраженные в слове понятия о сущности предметов и явлений. Внешняя и внутренняя речь вводит в волевую форму отражения новый уровень произвольной регуляции и саморегуляции. Благодаря слову, человек не только обобщает предметы и явления мира, но и выявляет в них существенные свойства, которые вводятся в систему произвольных связей и отношений, включаясь при этом в волевой акт. При нервно-психических заболеваниях вследствие нарушения интегральной деятельности функционально-динамических систем как единого целого понятийная и волевая формы отражения болезненно изменяются, расщепляются и проявляются в виде психопатологической продукции и различных эмоциональных и волевых расстройств[17].

* * *

Эмоции и воля, в изложенном их понимании, включаются в единую систему форм психического отражения: эмоции, ощущения, мышление, восприятие (объединяющие у человека 2 и 3 формы), чувства (объединяющие 1 и 3 формы), воля, память (как следовая форма всех предыдущих).

Вместе с тем слова В. И. Ленина о диалектических переходах могут быть отнесены к следующим скачкам в развитии форм отражения:

1. от физического к физиологическому (раздражимости);
2. от физиологической раздражимости к психическому (субъективным переживаниям-эмоциям);
3. от эмоций к ощущениям;
4. от ощущений к понятиям и к мышлению;
5. от мышления к воле.

Каждая из этих форм психического отражения действительности не только обеспечивала скачок к более высокому уровню, но и сама развивалась, усложнялась, дифференцировалась на основе условно-рефлекторной деятельности.

---

[17] См. А. В. Шмаков. Проблема воли в свете теории отражения. „Вестник Академии медицинских наук СССР", 1971, № 4, стр. 19.

ГЛАВА 19

ОТРАЖЕНИЕ, ИНФОРМАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Раскрытие сущности взаимосвязи понятий отражения, информации и управления является важной задачей в дальнейшей разработке ленинской теории отражения и философских вопросов кибернетики и теории информации. Хотя в философской литературе очень много внимания отводится этой теме (особенно связи понятий информации и отражения), однако до сих пор этот вопрос недостаточно ясен, и основная причина этого заключается в многозначности и неопределенности понятия информации.

Известно, что понятие информации берет свое начало из чисто социальной сферы, оно обозначало в основном сведения, сообщения. В дальнейшем кибернетика и теория информации, с одной стороны, уточнили это понятие математическими средствами, а с другой, расширили его предметную область. Информацию уже нельзя интерпретировать только как сведения (хотя и сейчас еще встречаются взгляды, предлагающие „ограничить разговоры об информации только вопросами коммуникации людей"[1].

Какое же содержание вкладывает в понятие информации современная наука? Ясно, что ответ на этот вопрос не может быть получен в рамках только частных наук, использующих понятие информации и связанные с ним теоретико-информационные методы исследования. Та или иная частная наука изучает лишь определенные стороны информации и не охватывает все многообразие их проявлений. Кроме того, например, в теоретической кибернетике и теории информации больше имеют дело с формальными структурами, чем с интерпретацией этих структур. Математические структуры, в том числе и теоретико-информационные, могут иметь самые различные интерпретации (в частности, и в мировоззренческом и в гносеологическом плане), и это является одной из причин существования различных точек зрения в отношении содержания понятия информации.

В процессе философского анализа, истолкования понятия информации философы-марксисты выдвинули положение о том, что существенную роль здесь играет понятие отражения как всеобщего свойства материи. Было показано, что категория отражения позволяет значительно продвинуть решение проблемы интерпретации общего понятия информации и тем самым оказать методологическую помощь киберне-

---

[1] P. P. Kirschenmann. Information and Reflection. On Some Problems of Cybernetics and how Contemporary Dialectical Materialism Copes with Them. Dordrecht — Holland, 1970, p. 184.

тике и другим частным наукам. Мысль В. И. Ленина о всеобщности отражения оказалась весьма эффективной для современной кибернетики и теории информации.

Подобное положение никак не устраивает противников ленинской теории отражения. Например, уже упомянутый нами Петер Киршенман в своей книге „Кибернетика, информация, отражение“[2] утверждает, будто бы „марксистские исследования „информации“ не внесли ничего нового в разработку фундаментальных философских проблем“, что „они скорее повели обратно к традиционным трудностям марксистско-ленинской философии“. Этот автор, ученик И. Бохенского, выступает против трактовки понятия информации с позиций теории отражения, заявляя, что „как только информация определяется, например, как „аспект отражения“ и, таким образом, как необходимый момент во всех различных формах отражения, то информация и отражение рассматриваются параллельно и остаются только проблемы теории отражения“[3]. Он считает, что философы-марксисты якобы только повторяют понятия кибернетики в „неточных терминах теории отражения“[4], а теорию информации объявляют прямой иллюстрацией теории отражения.

Нет ничего удивительного, продолжает П. Киршенман, что перед философами-марксистами в этом случае возникает необходимость задать теперь вопрос: чем же информация отличается от отражения и не соперничает ли в конце концов „понятие информации с категорией отражения за центральное место в марксистско-ленинской философии“[5]. Итак, согласно П. Киршенману, получается следующая ситуация. Вначале будто бы философы-марксисты отождествили отражение с информацией, а теперь, боясь, что понятие информации займет место категории отражения в философии, пытаются всячески его отличить от этой последней категории. Вот, оказывается, как возникла проблема „информация и отражение“ в представлении П. Киршенмана.

В действительности, вопрос о взаимосвязи понятий информации и отражения вызван чрезвычайно актуальными проблемами развития современной научно-технической революции, где понятие информации выдвигается на первый план. Философы-марксисты дали адекватную интерпретацию новому понятию, связав его с категорией отражения как универсальным свойством материи.

1. О связи понятий информации и отражения

Точка зрения, согласно которой понятие информации существенно связано с категорией отражения, была высказана и аргументирована в тру-

---

[2] P. Kirschenmann. Kibernetik, Information, Widerspiegelung. München, und Salzburg, 1969.

[3] P. P. Kirschenmann. Information and Reflection, p. 193.

[4] Ibid, p. 181.

[5] Ibid, p. 181.

дах философов-марксистов, прежде всего в работах Т. Д. Павлова, Б. С. Украинцева, И. Б. Новика, В. С. Тюхтина, Н. И. Жукова[6] и других. Не обсуждая подробно точки зрения каждого из упомянутых авторов, можно, на наш взгляд, выявить две основные концепции, в зависимости от того, признается ли информация атрибутом материи, или же только свойством кибернетических систем. В каждой концепции отмечаются различные моменты связи отражения и информации.

Признание связи информации только с высокоактивным (кибернетическим) отражением обращает внимание прежде всего на действительно выявленную кибернетикой связь информации и управления, на роль таких качественных характеристик информации и отражения, как смысл и ценность. А концепция связи информации и отражения как атрибутов, всеобщих свойств материи прежде всего обращает внимание на количественный, синтаксический аспект информации и пытается объяснить применение понятия информации для описания неживых объектов в физике, химии, астрономии, геологии и т. д.

Разрешение этой проблемной ситуации мы видим в признании в природе двух различных видов информации и, соответственно, форм отражения. Речь идет о существовании информации некибернетической — в естественной неорганической природе и кибернетической — в живой природе, обществе и кибернетических технических устройствах.

Эта точка зрения созвучна, например, концепции В. С. Тюхтина, утверждающего, что под потенциальной информацией имеется в виду именно некибернетическая информация. Эта информация (как и отражение) в неживой природе не используется неорганическими объектами и в то же время является потенциальной для кибернетических систем, которые могут ее использовать. Некибернетические виды информации и отражения являются самыми элементарными видами и вместе с тем, с одной стороны, оказываются предпосылкой возникновения более высоких видов (кибернетической) информации; с другой, — когда уже существуют кибернетические системы — „сырьем“ для существования этих систем.

Признание наличия двух различных видов информации в природе, как представляется, разрешает споры о том, существует или возникает информация и всегда ли она связана с отражением. Не случайно, что даже ряд авторов, которые ранее высказывали категорическое мнение, что информация возникает на уровне жизни, ныне тоже приходят к выводу, что существуют в общем два принципиально различных вида

---

[6] Отметим некоторые недавние публикации этих авторов, где обсуждаются эти вопросы: Т. Д. Павлов. Информация, отражение, творчество. М., 1967; Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе. М., 1969; И. Б. Новик. Философские идеи Ленина и кибернетика. М., 1969; В. С. Тюхтин. Теория отражения в свете современной науки. М., 1971; Н. И. Жуков. Информация (философский анализ центрального понятия кибернетики). Минск, 1971.

информации, например, Г. Г. Вдовиченко[7], Н. И. Жуков[8]. Поэтому с этой точки зрения представляется, что информация всегда связана с отражением, но с разными видами отражения связаны различные виды информации. С отражением в неживой природе существенно связана некибернетическая информация, тогда как кибернетическая информация немыслима без высокоактивного отражения, характеризующегося кибернетическими управленческими и коммуникативными процессами.

Однако признание связи информации с отражением нуждается в дальнейшей конкретизации — в каких аспектах проявляется эта связь? Попытаемся это далее рассмотреть, основываясь на идее тождества и различия понятий отражения и информации[9].

Если проанализировать математические теории информации, то выяснится, что понятие „количество информации" выступает как количество разнообразия, содержащееся в одном объекте относительно другого[10]. Можно попытаться конкретизировать эту идею, имея в виду передачу разнообразия от одного объекта к другому, которая лежит в основе теории передачи информации. Очевидно, что упомянутая связь есть не просто взаимодействие объектов, а лишь та его сторона, которая сопряжена с воспроизведением разнообразия одного объекта в другом объекте. Но тогда это понятие близко к понятию отражения, хотя в понятии отражения речь идет о воспроизведении содержания (особенностей) одного объекта в другом в результате их взаимодействия. Итак, здесь мы подходим к важному пункту, который и позволит нам в дальнейшем и отождествлять понятие информации в определенном отношении с категорией отражения, и различать их в другом аспекте.

Некоторые ученые информацию связывают не непосредственно с разнообразием, а только с ограничением разнообразия: в этом случае тоже имеются в виду процессы отражения, но в несколько ином смысле. Во-первых, когда говорится об информации как ограничении разнообразия, то прежде всего имеют в виду статические процессы отражения, когда действительно происходит редукция при передаче информации от отражаемого объекта к отражающему. Но поскольку реальные процессы сопряжены с невероятностными видами информации и нестатическими компонентами отражения, то мы предполагаем не ограничиваться здесь лишь концепцией информации как ограничения разнообразия. Во-вторых, ограничение разнообразия можно понимать и в более широком смысле, именно в том, что любой процесс отражения,

---

[7] См. Г. Г. Вдовиченко. Інформация як компонент структури і відображення. „Філософські проблеми сучасного природознавства", вип. 24, Київ, 1971.

[8] См. Н. И. Жуков. Функциональная природа актуальной информации. Методологические проблемы кибернетики (Материалы к всесоюзной конференции), том первый. М., 1970.

[9] Эта идея подробно обоснована в упомянутой работе Т. Д. Павлова.

[10] См. об этом в монографии А. Д. Урсул. Информация. Методологические аспекты. М., 1971, гл. II.

независимо от того — динамический он или статический, сопровождается ограничением разнообразия, ибо не все содержание отражаемого объекта воспроизводится в образе. И в этом аспекте информация может рассматриваться как ограничение разнообразия в процессах отражения. Подобная характеристика связи отражения и информации, по нашему мнению, выступает как дополнительная к основной, то есть к информации как разнообразию в отражении.

Итак, понятие информации, как видим, может интерпретироваться на базе понятия отражения. Поскольку речь идет о передаче информации материальными процессами, то эта передача осуществляется только в процессах отражения. Это может быть процесс одностороннего отражения, взаимоотражения и самоотражения. Во всех этих процессах происходит передача разнообразия от одного объекта к другому (или от части объекта к другой части в случае самоотражения), а значит и передача информации (кибернетической или некибернетической).

Таким образом, об информации теперь можно говорить более определенно, чем ранее. Расплывчатый термин „передача разнообразия" (который употребляет, например, У. Р. Эшби) получает более адекватное толкование на базе категории отражения. Информация — это отражение разнообразия, то есть воспроизведение разнообразия одного объекта в другом объекте в результате их взаимодействия. Информация мыслится как результат отражения этого разнообразия, поэтому можно сказать, что информация — это отраженное разнообразие или разнообразие в отражении. В то же время информационные процессы— это отражательные процессы, взятые со стороны передачи разнообразия от одного объекта к другому. Информация и информационные процессы выступают с развиваемой точки зрения как сущностное единство отражения и разнообразия (как процессов, так и их результатов).

Такой подход позволяет четко выявить аспект тождества информации и отражения. Определения понятий отражения и информации сходны в том, что они выражают признак воспроизведения особенностей одного объекта в другом, но отличаются тем, что отражение акцентирует внимание на воспроизведении всего содержания, а информация— лишь на воспроизведении разнообразия, различия. Эти понятия различаются: разнообразие выступает как более узкое понятие, вычленяющее из содержания отражения лишь тот аспект, который связан с различием, совокупностью этих различий. Совершенно ясно, что в содержание входят и тождественные элементы, части, отношения, связи и т. д. Но от этого аспекта абстрагируется понятие информации.

В силу сказанного понятие информации отличается от понятия отражения. Категория отражения выступает как более богатая, содержательная, чем понятие информации. Информация включает в себя не все содержание отражения, а лишь аспект, который связан с разнообразием, различием, и не включает в себя моменты тождества, однообразия, хотя они и входят в содержание отражения. Конечно, нельзя сказать, что понятие информации полностью абстрагируется от тождества и однообразия. Лучше сказать, что понятие информации акцентирует внимание на разнообразии (а это дает возможность измерять

информацию), тогда как для категории отражения такой акцент не нужен.

Итак, развиваемая здесь концепция исходит как из фактов современной науки так и из чисто логического требования различения понятий.

Рассмотренное отличие понятий отражения и информации является главным, но наряду с ним, существуют и другие, которые не включаются нами в определение понятия информации. Одно из таких отличий понятия информации от понятия отражения состоит в том, что с первым из них связаны количественно-математические методы исследования тогда как второе понятие формировалось и исследовалось в качественно-содержательном аспекте. Взаимопроникновение соответствующих методов исследования приводит к обогащению понятия отражения количественными характеристиками, а понятия информации — содержательными. Этот категориальный синтез приносит обоюдную пользу как учению об информации, так и теории отражения.

Выявленное сходство и отличие понятий отражения и информации оказывается самым общим, оно распространяется на все виды информационно-отражательных процессов. Однако ограничиться этим было бы недостаточно, желательно далее рассмотреть иные аспекты их связи, имея в виду не только синтаксические, но и другие, семиотические аспекты информации и отражения. Здесь уже мы попадаем в сферу кибернетических явлений, а значит и к соответствующим им видам информационно-отражательных процессов.

На уровне кибернетических систем информация приобретает новые свойства — смысл и ценность. Эти свойства также существенно связаны с понятием отражения и могут интерпретироваться как определенные аспекты адекватности отражения. Необходимо, однако, подчеркнуть, что не всякий вид информации обязательно связан со смыслом и значением; имеются и более элементарные виды информации, которым не присущи эти свойства адекватности отражения даже в социальной сфере.

Адекватность выражает аспект соответствия содержания отражения-результата, то есть образа, отображаемому объекту. Адекватность отражения имеет различные особенные формы, среди которых (в частности, для наших целей) можно выделить три: синтаксическую адекватность, семантическую и прагматическую. Первая особенная форма адекватности связана с воспроизведением синтаксических, например: формально-структурных характеристик отображаемого. В определенной мере понятие адекватности отражения выражает и понятие информации, однако их не следует отождествлять, ибо информация выражает лишь тот аспект адекватности, который связан с воспроизведением (и ограничением) различий и их совокупности — разнообразия, а отображаться может и однообразное. Поэтому информация как отраженное разнообразие может характеризовать лишь аспект адекватности, но не тождественна этому последнему понятию. Отсюда можно сделать выводы, что теоретико-информационные методы могут и должны применяться при исследовании степени адекватности, но нуж-

но учесть, что они не могут измерить все содержание адекватности отражения.

Используя, например, количество информации как количество разнообразия для характеристики степени адекватности формы отражения, можно измерить только часть этой адекватности. Информация, характеризуя синтаксическую адекватность, улавливает лишь аспект этой особенной формы адекватности, но не всю ее.

Однако при помощи понятия информации можно выражать разнообразие, присущее как форме отражения, так и его содержанию. На это совершенно справедливо обратил внимание В. С. Тюхтин[11]. Поэтому понятие информации как отраженного разнообразия охватывает и часть содержания отражения, а значит может служить характеристикой воспроизведения содержания отражения, а также степени адекватности содержания отражения. В этом смысле понятие информации и связанные с ним количественные методы могут быть применены и для характеристики семантического аспекта кибернетической информации, например, информации, воспринимаемой человеком.

Наряду с семантической адекватностью, кибернетические системы характеризуются и прагматической адекватностью, которая выражает соответствие получаемой информации цели (или программе), формулируемой в самой кибернетической системе (или задаваемой извне). Семантическая адекватность выражает соответствие образа объекту, а прагматическая — соответствие воспринимаемой информации тому образу-цели, который еще не существует в действительности, но который кибернетическая система стремится осуществить. Цель выступает и как некоторое опережающее отражение возможной реальности и как отражение потребностей кибернетической системы. Поэтому информация, воспринятая этой системой, удовлетворяющая в какой-то мере потребность, ведущая к реализации цели, выступает как ценная информация. Ценность информации выступает как соответствие информации целям кибернетической системы, причем наиболее ценной является та информация, которая полностью ведет к реализации поставленной цели.

2. Движение информации в кибернетических устройствах как специфические виды отражения

Кибернетика не может не пользоваться понятием отражения. Процессы движения информации — передача, восприятие, хранение, преобразование — все это движение разнообразия, как определенный аспект отражения. Рассматривая кибернетические системы, мы здесь всегда обнаружим воздействие одного объекта на другой, передачу разнообразия от одного объекта (отражаемого) к другому (отражающему), формирование в этом последнем образа (отражения).

---

[11] В. С. Тюхтин. Отражение, образ, модель, знак и информация. „Ленинская теория отражения и современность". София, 1969, стр. 223.

В самом деле, например, схема связи по Шеннону представляет собой процесс одностороннего отражения. Причем здесь в качестве отображаемого объекта выступает источник информации совместно с передатчиком. Отображающий объект — это система приемник плюс получатель информации. Канал передачи есть не что иное как среда воздействия одного (отображаемого) объекта на другой (отображающий). Как видим, в схеме Шеннона, с одной стороны, конкретизируются основные компоненты схемы отражения. Но, с другой стороны, здесь рассматривается лишь информационный аспект отражения, что несколько обедняет изучение отражательного процесса.

Кроме того, схема Шеннона обычно передачу информации представляет как процесс выбора, который считается обязательным как при передаче информации, так и при ее приеме. Здесь сущность информации, а значит и отражения, жестко связывается с тем, что из некоторого множества с разнообразием происходит выбор. В связи с этим и измерение информации „приспособлено" к процессу выбора. Однако выбор сопровождает не все процессы отражения, существуют и строго детерминированные процессы передачи информации, в том числе и в кибернетических устройствах, например, в современных ЭВМ. Поэтому можно сделать вывод, что схема Шеннона и в этом смысле обедняет реально существующие отражательные процессы. Но зато она выигрывает в другом — позволяет измерять скорость поступления информации от источника в канал связи, пропускную способность канала связи и т. д.

Наряду со схемой одностороннего отражения, современные системы связи строятся и по схеме взаимоотражения, например, существуют схемы радиотелеграфной связи с автоматическим обратным запросом. Итак, современные технические кибернетические системы используют принцип отражения (одностороннего отражения и взаимоотражения).

Причем сам процесс передачи информации выступает как цепь процессов отражения. Выше мы выделили основные составляющие отражательного процесса для целостной схемы передачи информации. Однако в этой целостной схеме существуют более элементарные процессы отражения. Например, процесс передачи информации от источника сообщений в передатчик представляет собой отражательный процесс, сопровождающийся кодированием информации. И даже сами процессы движения информации в передатчике (или приемнике) тоже представляют собой цепь процессов отражения.

Процессы кодирования, если они происходят без участия человека, автоматически в системах связи, суть в то же время процессы отражения, ибо здесь происходит отражение разнообразия одного объекта в другом объекте. Более сложный процесс кодирования, осуществленный человеком, не представляет собой процесса непосредственного отражения (здесь непосредственное отражение есть не что иное как чувственное отражение), но тем не менее кодирование также входит в качестве составного элемента (операции) в более сложные типы отражения (например, логического абстрактного мышления).

Отражательные процессы представляют собой и хранение инфор-

мации в кибернетических устройствах, причем здесь информация передается не в пространстве, а во времени. При такой передаче образ объекта не воспроизводит объект в другом объекте в иной форме, а совпадает с самим объектом, но отделен от оригинала лишь интервалом времени. Хранение информации есть тоже результат отражения, но уже обусловленный „отсутствием" воздействия внешних объектов и процессов внутреннего разрушения отображения. Хранение информации обусловлено устойчивыми внутренними взаимодействиями. Именно поэтому для хранения информации выбираются в основном твердые тела, а не жидкие или газообразные, внутренние процессы в которых обычно ведут к разрушению следов, к стиранию информации.

Хранение информации выступает как процесс хранения разнообразия в устойчивых изменениях состояний некоторых элементов твердых тел или же в устойчивом изменении связи между элементами. Наряду с таким статическим типом устройств хранения информации, могут мыслиться и динамические, когда происходит непрерывный процесс превращения некоторого множества объектов в образы так, что полученное множество образов не содержит ни одного элемента, который не входил бы уже в множество объектов.

Хранение информации выступает как хранение разнообразия на уровне или элементов, или их связей, или структуры. Здесь понятие информации приближается к понятиям сложности, упорядоченности, организации. Именно этот аспект понятия информации и оказывается наиболее эффективным для проблемы хранения информации, сохранения следов внешних воздействий в устойчивых внутренних изменениях объектов. Здесь также используется принцип различия (разнообразия), ибо хранение информации основано на существовании двух различных устойчивых состояний, например, положительной или отрицательной остаточной индукции ферромагнетика, замыкания или размыкания контактов и т. д. Сам принцип двоичного кода (т. е. представления информации в виде нулей и единиц, когда единица соответствует положительной остаточной индукции, а нуль — отрицательной индукции), на котором основано подавляющее большинство устройств хранения информации, есть частный случай принципа разнообразия, различия.

Это же замечание в полной мере относится и к устройствам обработки, преобразования информации, т. е. к ЭВМ. Обработка информации в таких машинах происходит в основном с помощью двоичных переключающих элементов, реализующих ту или иную логическую функцию. По сути дела здесь идет речь о передаче разнообразия с помощью двух состояний сигнала — состояния передачи и состояния отсутствия сигнала. Здесь, однако, необходимо внести уточнение, в каком смысле говорится о разнообразии.

У. Р. Эшби обращает внимание, что в любой данный момент разнообразие не существует в самом преобразователе. Если имеется в виду один и тот же преобразователь (переключатель, логический элемент), то он „может обнаруживать разнообразие состояний, занимаемых им в различных случаях"[12]. Но если мы рассматриваем несколько преобра-

[12] У. Р. Эшби. Введение в кибернетику, М., 1959, стр. 215.

зователей в один и тот же момент, то они обнаруживают разнообразие занимаемых ими состояний. В этом смысле часть или же вся электронно-вычислительная машина может рассматриваться как некоторое множество с разнообразием состояний логических элементов (преобразователей).

Если при передаче разнообразия по техническим каналам связи ставится задача воспроизведения в другом месте пространства исходного разнообразия с возможно большей точностью, то преобразование разнообразия преследует иные цели. Здесь уже главная задача — не сохранение разнообразия (это функция лишь элементов памяти), а изменение по заранее заготовленной программе, последовательности простых операций (например, упомянутых логических функций).

В ЭВМ введенная информация (отраженное разнообразие внешних воздействий) преобразуется согласно управляющей программе. Здесь „внешнее" разнообразие изменяется в результате внутренних отражательных процессов, представляющих собой просто передачу электрического импульса (который оставляет след) или же размыкание цепи. Процесс обработки информации выступает, таким образом, как сложное взаимодействие внешних и внутренних процессов отражения, когда „внешнее" разнообразие изменяется по определенной программе в результате процессов самоотражения. Итак, принципы отражения и разнообразия, концепция информации как отраженного разнообразия лежит в фундаменте работы преобразователей информации, кибернетических вычислительных машин. Кибернетические устройства на базе отражения в неживой природе моделируют некоторые аспекты информационных процессов, свойственных человеку и животным.

3. Информационная концепция управления

На преобразовании информации в кибернетических системах основано управление. Управление выступает как двуединый процесс отражения: с одной стороны, здесь отражается окружающая среда, с другой стороны, — потребности и цели самой кибернетической системы. Первый процесс информирует кибернетическую систему о том, что есть, а второй — о том, что должно быть, как необходимо реализовать поставленную цель. Ясно, что эти процессы отражения являются противоречивыми, во всяком случае не совпадающими по своему содержанию, ибо то, что есть в действительности, это не всегда то, что необходимо кибернетической системе для осуществления ее целей, потребностей.

Поэтому переработка информации приводит к сравнению, оценке действительного и целевого состояния системы, конечным результатом которой является получение новой информации, направленное на принятие управленческого акта (решения), ведущего к полезному конечному результату в процессе управления. Информационно-отражательные законы, характеризующие процесс управления, обязательно должны учитывать эту противоречивость различных процессов отражения, син-

тезировать их в единое целое. Одним из таких законов управления является закон необходимого разнообразия, сформулированный У. Р. Эшби.

Закон необходимого разнообразия в силу диалектически противоречивого характера процессов связи и управления имеет двойной аспект. С одной стороны, кибернетическая система должна пропускать, ассимилировать полезное разнообразие, с другой стороны, блокировать, избегать вредного разнообразия. Эта двойственность реализуется в виде ценностного отношения системы к разнообразию внешней (и внутренней) среды. Вряд ли можно сводить все функции закона необходимого разнообразия лишь к ограничению вредного разнообразия (как это иногда получается у У. Р. Эшби). Если так узко понимать смысл этого закона, то неясно, каким образом объяснить саморазвитие, накопление внутреннего разнообразия кибернетических систем.

И все же, несмотря на то, что У. Р. Эшби несколько односторонне формулирует („только разнообразие может уничтожить разнообразие") этот закон, можно сказать, что последний отражает важную сторону функционирования кибернетических систем. Как и любой закон сохранения, этот закон, конечно, не выражает всей сути реально происходящих (кибернетических, в данном случае) процессов, он нуждается в дополнении его другими законами, выражающими уже не только аспект сохранения, но и аспекты изменения, развития системы. И прогресс кибернетики как раз идет по пути установления этих более общих законов, в которые закон, сформулированный У. Р. Эшби, входит в качестве одного из необходимых компонентов.

Работа У. Р. Эшби „Введение в кибернетику" явилась основой дальнейшего построения кибернетики как единой науки. Она содержит в себе богатые идеи для построения единого языка, математического аппарата, который объединил бы знания о процессах связи и управления. Ведь до недавнего времени они (знания) развивались в математическом плане независимо друг от друга, ибо процессы связи изучались в основном теорией информации, а процессы управления — теорией автоматического регулирования (управления).

Наиболее отчетливо идея единства процессов связи и управления выражается ныне в математическом аппарате кибернетики, который был предложен школой академика Б. Н. Петрова при разработке информационной теории управления. В работах[13] этой школы сделана весьма удачная, на наш взгляд, попытка создания единого математического языка для исследования процессов связи и управления на базе понятия

---

[13] В дальнейшем мы будем следовать изложению, которое наиболее полно дано в работе: Б. Н. Петров, В. В. Петров, Г. М. Уланов, В. М. Агеев, А. В. Запорожец, И. Д. Кочубиевский, В. П. Май, А. С. Усков. Начала информационной теории управления. „Итоги науки и техники". Серия „Автоматика и радиоэлектроника". Выпуск: „Техническая кибернетика, 1968", под редакцией академика Б. Н. Петрова. М., ВИНИТИ, 1970; а также выпуск: „Техническая кибернетика", 1969. ВИНИТИ, 1971.

информации. Работы в области информационной теории управления как представляется, являются важным моментом в развитии технической кибернетики, который характеризуется не только идейно-содержательным, но теперь уже и формально-математическим синтезом знаний о процессах связи и управления. Это развитие кибернетики происходит под знаком продуктивно-синтезирующей роли понятий отражения и информации.

Новая особенность развития кибернетики здесь усматривается в наличии тенденции создания формально-математических средств единого отображения процессов связи и управления, где центральным направлением выступает именно информационный анализ процессов управления. В более широком плане можно говорить, пожалуй, об общем информационном „видении" кибернетики, о чем мечтал еще Н. Винер. Ведь обнаруживается тенденция проникновения информационных методов не только в теорию автоматического управления (регулирования), но и в другие разделы кибернетики (теорию игр, теорию алгоритмов, теорию автоматов и т. д.). Информационное „движение" захватывает не только кибернетику, но через нее и математику, причем, можно даже выдвинуть гипотезу, что в грядущем синтезе (а его следует, видимо, ожидать) теоретико-множественного и конструктивного направлений важную роль будет играть именно понятие информации (возможно, прежде всего, количества информации), которое удалось уже эксплицировать как на базе теории множеств (теории меры), так и на основе теории рекурсивных функций.

Теория информации и теория управления отличаются — как отмечают авторы информационной теории управления — не столько различием предметов их исследования, сколько, главным образом, языками, на которых описываются системы связи и управления. Различие языков было вызвано прежде всего различием задач, стоящих при проектировании и разработке систем связи и управления. При проектировании систем связи стояла основная задача передать как можно больше информации по данному каналу при критерии качества, относящегося ко всему сообщению. Для систем управления на первый план выдвигалось требование качественно воспроизводить состояния объекта управления в динамике или статике. Тот факт, что две части больших (кибернетических) систем — системы связи и системы управления — описываются с помощью разных языков, создает большие трудности и не позволяет эффективно использовать результаты, достигнутые в различных областях. Вот почему можно надеяться, что начавшаяся сейчас интенсивно развиваться информационная теория управления разрешит и это противоречие, „разрыв" в формально-математическом и содержательном описании процессов связи и управления.

В информационной теории управления информация характеризует и объект управления и субъект управления (или в терминах кибернетики — управляемую систему и управляющую систему). Но объектом управления (управляемой системой) может быть любая система, в том числе и система неживой природы. Кроме того, лишь представляя информацию в качестве свойства материи и связывая это свойство с

разнообразием, можно информационными методами характеризовать как состояние (в данном случае информационное содержание) системы, так и воздействующие на нее возмущения. Итак, информация, как заключенная в объектах природы (потенциальная, пассивная), так и передаваемая (актуальная) к системам управления, является звеном, соединяющим кибернетические системы со всеми остальными объектами природы, с окружающей средой.

Любые материальные объекты, в том числе и кибернетические системы, содержат бесконечное количество разнообразия, хотя на том или ином уровне оно конечно. Скажем, на уровне элементарных частиц — в объекте — одно разнообразие, на уровне атомов — другое, на уровне молекул — третье и т. д. Короче говоря, количество информации зависит от того или иного материального объекта и от выбираемого исследователем уровня и метода вычисления этого количества. Поэтому необходимость выработки инвариантной и объективной оценки информации привела авторов информационной теории управления к идее измерения информации на основе так называемого порога различимости, обеспечивающего единый подход к определению разнообразия систем связи и управления.

Здесь идет речь о различимости состояний объекта управления. Например. У. Р. Эшби под состоянием системы понимает „точно определенное условие или свойство, которое может быть опознано, если повторится снова“[14]. Естественно, что состояние может измеряться некоторыми параметрами, которые меняются при переходе объекта в другое состояние. Отличие одного состояния объекта управления от другого может быть охарактеризовано физическим (объективным) порогом различимости, который выражается некоторой конечной величиной. В случае же, когда состояния объекта различаются на меньшую величину, то они отождествляются, поэтому порог различимости это наименьшее различие, когда состояния объекта управления не совпадают.

На объект управления действует, с одной стороны, субъект управления (управляющая система), с другой стороны — внешняя среда (сюда же следует добавить внутренние возмущения в самом объекте управления). Количество всех этих возмущений и воздействий велико, в принципе бесконечно. Однако их учет во всем многообразии, оказывается, не нужен, ибо порог различимости позволяет вычленить из всех воздействий лишь такие, которые влияют на состояние объекта управления. Это позволяет из бесконечного количества возмущений выделить уже конечное число существенных, влияющих на изменение состояния объекта управления.

У. Р. Эшби говорит, что „возмущение“ есть просто то, что смещает, что передвигает систему из одного состояния в другое[15]. Такое определение понятия воздействия, возмущения хорошо согласуется с широкой концепцией информации как передачи, отражения разнообра-

---

[14] У. Р. Эшби. Введение в кибернетику, стр. 44.

[15] Там же, стр. 115.

зия (в пространстве и во времени), которое используется в информационной теории управления. Именно информация, воспринятая кибернетической системой, изменяет состояние этой системы.

Уже говорилось о том, что при передаче сообщений ставится задача точной или приближенной передачи информации в условиях, когда на участке от передатчика до приемника действуют помехи. Основная же задача управления состоит в воспроизведении задаваемых (требуемых) состояний объекта управления. Эта аналогичность задач ведет и к общности схем связи и управления. Ведь система управления состоит из управляющего устройства и объекта управления, между которыми имеется информационная обратная связь. Управляющее устройство воспринимает информацию о состоянии объекта управления, о воздействиях среды на этот объект, о цели управления и другие сообщения от различных источников информации. Эта информация поступает через датчики, которые реагируют на входное воздействие и передают информацию различным элементам системы управления и вместе с управляющим устройством могут рассматриваться как передатчик. Объект управления выполняет функции линии связи и приемника, декодируя управляющие сигналы и реагируя на сообщение в виде последовательности состояний. В качестве же адресата, потребителя информации здесь выступает „наблюдатель" (человек), отражающий, оценивающий и влияющий на весь процесс управления.

Информационная теория управления является новым крупным шагом в развитии кибернетики, ярким примером использования философско-методологических положений в разработке конкретных проблем кибернетики.

4. Отражение и принятие решений

Рассмотренный выше принцип управления — закон необходимого разнообразия — носит в основном синтаксический характер. Поясняя этот закон, У. Р. Эшби сосредотачивает свое внимание на сохранении разнообразия кибернетической системы, абстрагируясь или во всяком случае не акцентируя внимания на иных аспектах информации, кроме разнообразия. В конце концов закон необходимого разнообразия выступает как объяснение синтаксического аспекта действий, которые должна предпринять кибернетическая система, чтобы сохранить свое разнообразие, обеспечить гомеостазис. Разнообразие кибернетической системы (в логарифмическом измерении) должно быть не меньше, чем разнообразие воздействующих на систему возмущений, способных изменить разнообразие состояний системы.

В таком виде закон необходимого разнообразия, когда рассматривается, с одной стороны, кибернетическая система, а с другой — воздействующая на нее окружающая среда выступает как синтаксический информационный аспект игры кибернетической системы с природой. Здесь имеется в виду игра с „состояниями" природы, воздействующими на кибернетическую систему, прежде всего неживой природы, в

которой нет никаких целей. Цель присуща в данном случае лишь кибернетической системе и заключается в сохранении внутреннего разнообразия (гомеостазис). Управляющая система предпринимает совокупность действий, которые направлены на достижение цели, уничтожение вредного разнообразия.

Можно вместо природы в качестве источника возмущений рассматривать другую кибернетическую систему, имеющую цель, противоположную первой. Тогда мы имеем уже двух партнеров, взаимодействующих в состоянии противопоставления своих целей или, как говорят, в условиях конфликта. Взаимодействие кибернетических систем (игроков) в условиях конфликта в аспекте разнообразия (закон необходимого разнообразия) описывается равенством, равновесием разнообразий их ходов. Это показал У. Р. Эшби, когда формулировал свой закон необходимого разнообразия[16]. Этот закон имеет весьма общую природу и предметную область, он обнаруживает свои особенные формы не только в теории информации и управления, но и в теории игр и исследования операций.

Однако его формулировка для теории игр (гласящая, что только разнообразие ходов одного игрока может уменьшить разнообразие ходов другого игрока, а значит исходов игры) является весьма абстрактной. Это, так сказать, проникновение в сущность первого порядка, в сущность лишь на синтаксическом уровне рассмотрения. Теория игр и решений не удовлетворяется этим приближением и вводит новые понятия, связанные с семантическими и прагматическими характеристиками (в особенности с этими последними). Эта теория делает акцент именно на роли ценности, полезности информации (конечно, с учетом и семантических ее свойств). По сути дела здесь происходит проникновение в сущность более глубокого порядка при познании кибернетических явлений, что особенно характерно для саморегулирующихся систем. Принятие решения (как важнейший момент управления) осуществляется как предпочтение одного выбора, имеющего большую полезность, по сравнению с другими (с меньшей полезностью).

В процессе принятия решения в бесконфликтной или конфликтной ситуации выбор происходит в том случае, если имеется некоторое множество решений. Понятия выбора и принятия решения лишены смысла, если нет возможности неоднозначного действия. Поэтому принятие решения как выбор всегда связано с наличием перед субъектом (кибернетической системой) некоторой неопределенности, которая должна быть снята в результате получения информации (отражения) и выбора решения. Вся теория исследования операций (в том числе и теория игр) выступает как теория принятия оптимальных решений в условиях той или иной неопределенности, неоднозначности отражения и действия. Оптимальный выбор решения может состояться лишь при определенных условиях, в частности, при адекватном отображении внешней среды и объекта выбора (управления). Ясно, что неадекватное отражение снижает и адекватность выбора, ибо чем менее информиро-

[16] У. Р. Эшби. Введение к кибернетику, стр. 288—299.

вана кибернетическая система о состоянии природы, тем менее правильный выбор может быть сделан.

При выборе решения и, следовательно, поведения самоуправляемых систем важную роль играют внешние причины выбора (хотя выбор не детерминируется только этими причинами)[17]. Если для несамоуправляемых систем эти причины выступают часто главными факторами изменения их состояний, то иное наблюдается в области кибернетических систем. Здесь внешняя причина не просто действует на кибернетическую систему, а отображается, и в соответствии с „пониманием" этой причины осуществляется выбор решения. Информированность кибернетической системы о внешнем мире, необходимость все более адекватного его изображения в процессе „адаптивной" эволюции биосистем привело к созданию более сложных систем отражения. Кибернетические системы с большим разнообразием оказываются в состоянии более адекватно воспроизводить объективную реальность и в соответствии с этим выбирать оптимальные решения.

В этом смысле можно сказать, что выбор решения выступает и как семантическая функция кибернетических систем (но, конечно, не сводится только к этой функции). Принятие решения существенно зависит от степени информированности принимающего решения, от представлений субъекта управления об объекте и условиях принятия решений. Например, в случае игры другой игрок обычно принимает решения не на основе объективного состояния своего партнера, а лишь на основе своих сведений о нем, т. е. на основе субъективных представлений (которое называется информационным состоянием). Влияние информированности игрока на принятие решений является предметом пристального исследования в теории игр и исследования операций[18].

Управление, выбор решения всегда в кибернетических системах (которые не стремятся себя самоуничтожить) осуществляется в надежде получения положительного результата. Этот аспект, на который справедливо обращает внимание академик П. К. Анохин[19], иногда не учитывается в работах У. Р. Эшби. Например, в книге „Введение в кибернетику" и ряде других работ превалирует синтаксический подход, причем даже в тех случаях, когда изучаются игровые ситуации, конфликты. Так, рассматривая матричные игры (т. е. игры, где стратегиям игроков приписываются определенные числа — полезности и на основе этого строится матрица), У. Р. Эшби, абстрагируясь в известной степени от понятия цели и необходимости положительного для каждого игрока исхода, сосредотачивает свое внимание на аспекте разнообразия. Однако, если не отвлекаться от того факта, что игроки

---

[17] См. об этом Б. С. Украинцев. Особенности самоуправляемых систем. М., 1970, стр. 36—37.

[18] См. об этом: Ю. Б. Гермейер. Введение в теорию исследования операций. М., 1971.

[19] П. К. Анохин. Методологическое значение кибернетических закономерностей. „Материалистическая диалектика и методы естественных наук". М., 1968, стр. 583.

имеют противоположные цели и оба стремятся в состоянии игры получить положительный результат, можно прийти к более интересному и содержательному закону кибернетики, чем закон необходимого разнообразия. Этот закон еще в 1928 г. в статье „К теории стратегических игр" был предложен Дж. фон Нейманом.

Дж. фон Нейман рассматривает игру двух партнеров, каждый из которых получает выигрыш в том случае, если его противник проигрывает, причем сумма выигрыша и проигрыша равна нулю. Игроки стремятся реализовать оптимальную стратегию для себя, но, если один игрок выбирает оптимальную стратегию, то другой стремится сделать то же самое. Оптимальная стратегия для реализации цели одного игрока состоит в том, чтобы наименьший выигрыш, который он может получить, сделать как можно большим. Почему идет речь о максимизации минимального выигрыша? Потому что другой игрок, тоже применяя оптимальную стратегию, будет стремиться сделать выигрыш первого игрока минимальным. А поскольку здесь происходит столкновение интересов, противоборство целей, то первый игрок, естественно, будет стремиться максимизировать минимальный выигрыш, который ему позволяет сделать стратегия второго игрока. Максимум минимального выигрыша в теории игр называют максимином.

В свою очередь, второй игрок так выбирает свою стратегию, чтобы как можно меньшим сделать тот максимальный выигрыш, который он должен отдать первому игроку (он называется минимаксом). В результате этих противоположных целей получается, что максимин одного игрока уравновешивается минимаксом другого. Один игрок, следовательно, применяет максиминную стратегию против минимаксной стратегии своего партнера, в результате чего один игрок получает (а другой отдает) некоторый гарантированный выигрыш. Причем, как показал Дж. фон Нейман в своей теореме о минимаксе, существует максиминная стратегия, которая гарантирует некоторый выигрыш, и минимаксная стратегия второго игрока, тоже гарантирующая, что первый игрок получит самое большее тот же выигрыш, который он может иметь, применяя максиминную стратегию. Поэтому любая максиминная стратегия и любая минимаксная стратегия, как говорят в теории игр, образуют уравновешенную пару, в которой существует гарантированный выигрыш (полезность), называемый ценой игры.

Этот гарантированный выигрыш существует в том случае, если оба игрока придерживаются стратегии равновесия (соответственно минимаксной и максиминной). Но возможны случаи, когда один из игроков может ее не придерживаться. Тогда другой игрок этим может воспользоваться, тоже не применяя оптимальной стратегии (для случая равновесия). Но при этом возникает возможность больших потерь, чем в случае использования стратегии равновесия. Поэтому игрок, желающий выиграть, не вправе рассчитывать на ошибки, отступление своего партнера от оптимальной стратегии. Наградой ему в этом случае может быть выигрыш, равный цене игры.

Таким образом, если закон необходимого разнообразия раскрывает синтаксическую сторону взаимодействия кибернетической системы

с природой или с другой кибернетической системой (при условии равновесия), то принцип минимакса проливает свет на прагматический аспект взаимодействия кибернетических систем в условиях столкновения интересов, противоположных целей. Это позволяет считать принцип минимакса дальнейшим развитием и конкретизацией закона необходимого разнообразия. Вместе оба закона раскрывают важные закономерности процессов управления в кибернетических системах.

* * *

Таким образом, в понимании содержания понятий информации и управления — центральных категорий кибернетики — важную роль играет философская категория отражения как атрибута материи. Основные кибернетические процессы (связи и управления) — это вместе с тем и процессы отражения различной степени активности. Ленинское понимание отражения как всеобщего свойства материи позволяет на единой методологической базе объединить знания о различных формах движения информации, о разнообразных кибернетических процессах. Другая ленинская идея — об эволюции и появлении новых форм отражения—также открывает возможности трактовки качества кибернетической информации с позиций теории отражения, а процессов коммуникации и самоуправления как высокоактивных отражательных процессов, с присущими им специфическими законами. Тем самым современная кибернетика (в частности, одно из перспективных направлений ее развития — информационная теория управления) показывает плодотворность ленинской теории отражения для ускоренного прогресса современной науки. Методологическая эффективнось философских категорий в немалой степени обусловлена тем, что материалистическая диалектика развивается ныне в тесном союзе с естествознанием, кибернетикой и другими частными науками.

ГЛАВА 20

КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОПОЗНАНИЯ И ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ

От начальных постановок задач автоматического опознания (распознавания) и полуинтуитивных поисков частных методов их решения до современных разработок „общей теории разпознавания образов" пройден довольно поучительный в гносеологическом отношении путь.

К трем основным причинам, вызвавшим разработку методов опознания и стимулировавшим создание автоматических опознающих устройств, относятся следующие.

Во-первых, это — технические „заказы", связанные с обнаружением „узкого места" в проектировании и эксплуатации автоматических систем, особенно ЭЦВМ (электронных цифровых вычислительных машин). Человек, использующий вычислительные машины, не поспевает за процессом переработки ими информации: время, затраченное им на процедуру ввода в машину исходных данных и на преобразование полученных результатов в приемлемую форму, иногда значительно превышает время машинной обработки информации. Это снижает эффективность применения автоматических устройств. Поэтому важно создание оптических читающих и слуховых автоматов, используемых в качестве устройств ввода информации в ЭЦВМ. Во-вторых, по точности, надежности и скорости решения ряда сложных задач опознания человек уступает автоматическим устройствам (например, в случаях медицинской и технической диагностики многопараметрических систем). В-третьих, разработка теории опознания стимулируется постановкой проблемы „искусственного интеллекта", моделирования отдельных сторон психических функций.

С конца 50-х годов до середины 60-х публикации теоретических и прикладных работ по методам опознания и проектирования автоматических опознающих устройств буквально захлестнули книжный кибернетический рынок. В этих работах предлагались, как правило, частные и не всегда оптимальные методы решения разнообразных задач. Чтобы „справиться" с растущей лавиной этого разнообразия, начали появляться работы по систематизации задач и самих методов опознания, по объединению их в семейства, типы; а в конце 60-х — начале 70-х гг. делаются первые шаги по созданию „общей теории распознавания". В этих работах сделаны попытки как по обобщению и упорядочению существующих методов и задач опознания, так и по расширению возможностей опознающих устройств. Решения такого рода за

дач оказались тесно связаны с гносеологическими проблемами чувственного отражения и эмпирического познания в целом. Связь кибернетической теории опознания с гносеологией имеет взаимный характер. С одной стороны, гносеология имеет эвристическое значение для анализа теоретических основ и определения путей, расширяющих возможности теории опознания. А с другой — теория опознания способствует конкретизации и применению точных методов в исследовании проблем чувственного отражения и эмпирического познания.

В задачи данной главы входят следующие: выяснить методологические и теоретические предпосылки введения исходных понятий, принципов и возможностей существующей теории опознания, перспективы разработки общей теории опознания, ее связь с гносеологией и ее основой — теорией отражения. Вопрос о роли теории опознания для гносеологии лишь частично затрагивается; его систематическое рассмотрение предполагает анализ самих методов опознания.

1. Понятие „образ". Основные элементы, задачи и условия опознания

Исходные допущения и абстракции, лежащие в основе понятия „образ" в кибернетической теории опознания, вызваны как современными запросами и возможностями проектирования и создания опознающих устройств, так и частично стремлением использовать сравнительно простой математический аппарат. Как покажем ниже, образ в современной теории опознания представляет собой момент, сторону (характеристику) понятия „гносеологический образ"; развитие теории опознания есть прогресс ее возможностей на основе обогащения ее понятия „образ" другими характеристиками гносеологического образа. (Для различения термина *образ* в теории опознания и термина *образ* в гносеологии первый в дальнейшем его употреблении будем ставить в кавычки).

В большинстве работ по опознанию под „образом" разумеется понятие множества объектов (материальных или идеальных), объединенных некоторыми общими и относительно устойчивыми свойствами. Такое множество эквивалентно понятию класса объектов. Недаром термины „образ", „множество" и „класс" употребляются как синонимы; наиболее предпочтительным и адекватно выражающим идею опознания является термин „класс".

Теория опознания имеет дело с некоторым (конечным) набором, или списком, классов, называемым алфавитом, где классы („образы") выступают элементами алфавита. В свою очередь, каждый класс состоит из конкретных его представителей, называемых либо реализациями, либо объектами, либо экземплярами, либо, наконец, изображениями (в случае пространственных объектов).

Алфавит классов в теории опознания характеризуется таким набором свойств (параметров, признаков), который одинаков для всех классов алфавита. Эти свойства делятся на количественные и качественные. Первые имеют градации, для которых известен способ измерения их

численных значений; под качественными свойствами разумеются либо не имеющие этих градаций, либо те, для которых неизвестен способ измерения их значений. Некоторые качественные свойства удается представить как имеющие количественные градации, т. е. перевести в разряд количественных. Методы теории опознания приспособлены к обработке результатов измерения свойств. Совокупность конкретных численных значений параметров (свойств) составляет описание данной реализации, т. е. каждого представителя класса. Численные значения параметров разных представителей того же класса изменяются в некоторых пределах, специфичных для каждого класса.

Типичный представитель класса, или образец (с усредненными значениями параметров) называется *эталоном*. Представители (реализации) данного класса, как правило, ближе к своему эталону, нежели эталону другого класса.

Поясним рассмотренные выше понятия на примере. Пусть имеются 15-копеечные монеты, 20-копеечные монеты и жетоны из другого материала; они составляют три класса, или „образа", которые составляют алфавит из трех элементов. Этот алфавит классов характеризуется набором четырех параметров: диаметр, толщина, вес и упругость. По значениям этих параметров автомат должен опознавать реализации каждого класса, т. е. идентифицировать представителей одного класса и отличать их от представителей других классов. И если, например, отдельный жетон по значениям первых двух параметров отнесен опознающим автоматом к первому классу, то по значениям третьего и особенно четвертого параметра жетон будет опознан как представитель третьего класса.

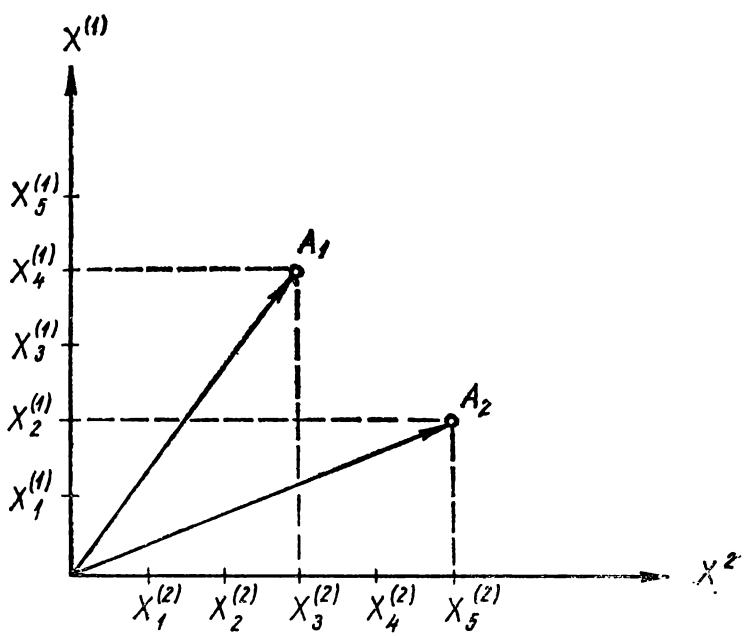
Приведенная трактовка „образа" (класса объектов) покоится на довольно сильном допущении, которое являются содержательной предпосылкой для существующего математического аппарата и проектирования автоматических опознающих устройств. Это допущение состоит в следующем: для различения классов объектов достаточно *одинакового набора* (а тем самым, того же числа) *параметров*; каждый класс отличается друг от друга лишь численными значениями параметров. А это означает, что классы объектов настолько соизмеримы, *качественно однородны,* однотипны, что их различия имеют *количественный характер*. К таким классам объектов относятся объекты, отличающиеся геометрической формой, временной структурой, кинематической структурой и т. д.

Такой количественный подход к опознанию гомогенных классов может быть косвенно применен и к опознанию гетерогенных классов, различающихся по набору их параметров. И хотя среда, в которой существуют эти классы объектов, характеризуется тем же набором параметров, но их численные значения различны в зависимости от близости данного участка среды к расположению того или иного класса объектов. Примером здесь, пожалуй, может служить применяемый в геологической разведке метод диагноза (опознания) рудных месторождений в отличие от нерудных областей, нефтеносных пластов в отличие от водоносных. При таком подходе прямой и частичный учет гетерогенности опознаваемых классов имеет лишь негативный характер: при

отсутствии того или иного параметра (общего для всех классов) у объектов данного класса этот параметр имеет нулевое значение.

Указанное допущение, таким образом, с одной стороны, затрудняет описание гетерогенных классов, а с другой — облегчает математическое описание относительно однородных, однотипных классов: оно служит основанием для *количественного, метрического подхода*, для метрической математической интерпретации понятия класса („образа").

Такой наиболее распространенной и естественной интерпретацией, основанной на данном допущении и определении класса, является геометрическая интерпретация класса („образа") с помощью понятия абстрактного многомерного пространства параметров (признаков). Размерность этого пространства равна „*n*" — числу параметров (признаков). При этом каждый признак можно представить в виде координатной оси *n*-мерного пространства, по которой откладываются значения данного параметра. Тогда каждая реализация, соответствующая отдельному представителю класса, будет закодирована в виде точки в *к*-мерном пространстве. Каждую реализацию можно представить также в виде вектора-реализации, исходящего из начала координат до точки пересечения координат его признаков. Поясним это на схеме. Пусть число признаков равно двум ($X^{(1)}$ и $X^{(2)}$); это будет пространство двух измерений, т. е. плоскость. А число градаций двух признаков равно пяти: $X_1^{(1)}$, $X_2^{(1)}$, $X_3^{(1)}$, $X_4^{(1)}$, $X_5^{(1)}$ и $X_1^{(2)}$, $X_2^{(2)}$, $X_3^{(2)}$, $X_4^{(2)}$, $X_5^{(2)}$. Тогда первой реализации A_1 со значениями признаков $X_4^{(1)}$ и $X_3^{(2)}$ и второй реализации A_2 со значениями признаков $X_2^{(1)}$ и $X_5^{(2)}$ будут соответствовать следующие точки и вектора: A_1 и A_2; $\vec{A}_1$ и $\vec{A}_2$



Пусть, например, „образом“ (классом) будет прописная буква „D“, которая изменяется при ее написании различными людьми в количестве „n“ человек (или же одним и тем же человеком в „n“ ситуациях), т. е. имеет „n“ реализаций.

Если каждая реализация математически интерпретируется точкой в многомерном пространстве признаков, то класс („образ“) представляет некоторое множество точек. Опознание с чисто математической стороны заключается в том, чтобы с помощью гиперплоскости, гиперсферы или любой другой гиперповерхности разделить эти множества между собой. Это означает: найти решающее правило или решающую функцию (алгоритм) разделения реализаций на классы.

Прежде чем перейти к рассмотрению основных элементов опознания и к классификации основных задач, остановимся на выборе термина.

Среди применяющихся на русском языке терминов „опознание“, „опознавание“, „распознавание“, „узнавание“, „классификация“ первый термин нам представляется наиболее соответствующим существу проблемы. Ближайший к нему термин „опознавание“ менее удачен, так как он не ориентирован на эффективный результат: можно опознавать, но не опознать. Термин „распознавание“, несмотря на его наибольшую распространенность, представляется нам неудачным по следующей причине. В нем есть стилистический оттенок, подчеркивающий интенсивное познание объектов, тогда как исходные предпосылки и условия опознания, как увидим ниже, не позволяют с необходимостью переходить от уровня явлений к уровню сущности. Термин М. М. Бонгарда „узнавание“ также не очень удачен, так как содержит момент неопределенности, двузначности: (1) узнавать—пополнять, добывать новые сведения об объекте и (2) узнавать — повторно воспринимать ранее известный класс предметов, тогда как в общем случае классы могут быть заранее не заданы, неизвестны, как, например, при классификации некоторого множества на классы. Термин „классификация“ не может заменить термин „опознание“, так как задача классификации составляет, как увидим ниже, лишь одну из задач опознания. В дальнейшем мы будем применять термин „опознание“ как предпочтительный перед перечисленными выше.

Создание общей теории опознания, по-видимому, включает в себя: выяснение основних элементов, которые присущи любым задачам опознавания, основных типов задач, общих принципов и основных типов методов, классификацию задач и методов, а также раскрытие общей природы опознания образов (классов). Все это мыслится специалистами по опознанию в качестве обобщения и переработки имеющегося материала, относящегося к математическим и логическим средствам автоматического опознания образов. К этому, на наш взгляд, следует подключить гносеологический материал по проблеме восприятия и эмпирического познания и частично материал по психологии познания.

Основные элементы и задачи опознания эксплицированы в работе Н. Г. Загоруйко, где обсуждаются основы общей теории опознания.

К основным элементам опознания относятся[1]:

1. Элементы алфавита S, т. е. совокупность „образов".
2. Свойства X элементов алфавита.
3. Правила *D*, т. е. разделяющие функции, или алгоритмы, по которым принимаются решения о принадлежности реализации к тому или иному „образу" (элементу алфавита).
4. Дополнительные ограничения, допущения и гипотезы H, которые использованы в алгоритме опознания (например, допущения о пересекаемости или непересекаемости образов в пространстве параметров).
5. Сценки или критерии N эффективности того или иного алгоритма или же устройства опознания. (У Н. Г. Загоруйко таким критерием выступает величина затрат распознавания и стоимость потерь из-за ошибок.)

Перечисленные пять элементов присутствуют в *любой* задаче опознания образов. Но в зависимости от того, что́ служит аргументами, а что является искомой функцией, все задачи могут в принципе принадлежать к трем основным типам. Именно три типа задач вытекают из принципиально возможных вариантов постановки общей проблемы опознания. При заданной величине N, характеризующей требования к опознанию, из трех элементов S, X, D два элемента могут быть заданы в виде трех сочетаний при неизвестном третьем элементе. Тогда эти три типа задач имеют следующие формулировки.

I тип задач. При данном экстремальном (или фактическом) значении N заданы: список образов, т. е. элементы алфавита S; признаки X, в пространстве которых эти образы следует отличить друг от друга. Требуется найти решающее правило D, которое в виде алгоритма или же структуры определенного устройства обеспечивает опознание элементов алфавита в пространстве признаков, т. е. на основе этого правила тот или иной объект может быть отнесен к одному из классов. Этот тип задач, по мнению А. А. Харкевича[2], является основным. И фактически этим задачам посвящено наибольшее число работ.

II тип задач. При данном критерии эффективности N заданы элементы алфавита S, тип решающих правил D. Требуется найти систему признаков X, которая обеспечивала бы извлечение достаточного количества информации о классах объектов. Формирование системы признаков имеет место и в ряде задач опознания как ее необходимый этап.

III тип задач. Задача классификации, или таксономии, сводится к тому, чтобы множество реализаций (объектов) разделить на классы. Математически это сводится к тому, чтобы все множество реализаций в виде точек или векторов в пространстве параметров (признаков) X разделить с помощью решающих функций, или правил D на области или элементы алфавита S.

---

[1] См. Н. Г. Загоруйко. Методы распознавания и их применение, М., 1972, стр. 11.

[2] А. А. Харкевич. Некоторые методические вопросы в проблеме опознавания. „Проблемы передачи информации". т. I, вып. 3, М., 1965.

В зависимости от степени представленности указанных элементов, включая дополнительные ограничения и допущения H и другие специальные условия, задачи этих трех типов распадаются на сложные иерархии подзадач и соответствующих им алгоритмов.

Эта классификация может быть дана по разным основаниям, в частности: в зависимости от вида представления информации, от числа образов, подлежащих опознанию, и от количества „априорных" сведений о свойствах опознаваемых классов объектов[3].

Наибольший интерес представляет третье из указанных оснований. Если исходных („априорных") сведений достаточно для опознания, то задача называется вырожденной; она может решаться традиционными методами математической статистики, статистической теории информации (например, такие задачи легко сводятся к задачам приема сигналов на фоне случайных шумов), методами теории статистических решений.

В тех случаях, когда исходных данных недостаточно для опознания, задача принадлежит к разновидности невырожденных задач. Для них характерны процедуры обучения („с учителем", т. е. с помощью „подкрепления" или коррекции извне), процедуры самообучения (т. е. „без учителя") и адаптации, в ходе которых извлекаются дополнительные необходимые сведения. Обучение, кратко говоря состоит в том, что на основе предварительных показов („обучающей выборки") некоторого числа реализаций из всей совокупности реализаций находятся признаки и разделяющая функция, согласно которой другие реализации (объекты) относят к тому или иному классу.

Невырожденные задачи перечисленных выше трех типов содержат в разной последовательности следующие три основных этапа их решения[4]: получение исходного описания, нахождение системы признаков, построение решающего правила. Для второго типа задач, как мы видели, второй этап выделен в самостоятельную задачу.

Каждый из этих этапов в зависимости от количества и характера априорной информации включает в себя ряд подчиненных задач и соответствующих им методов решения. Этап получения исходного описания менее всего формализован и алгоритмизирован; здесь доминируют методы качественного анализа, которые, как правило, не осуществимы автоматическими опознающими устройствами.

Этап создания системы признаков сводится к тому, что *из параметров* исходного описания объектов получают по линейным или нелинейным алгоритмам линейные или нелинейные *признаки*, число которых меньше по сравнению с числом исходных параметров, но которые являются более информативными и более независимыми (статистически некоррелированными) друг от друга. На этом этапе решаются задачи по дополнительному сокращению числа признаков, а тем самым

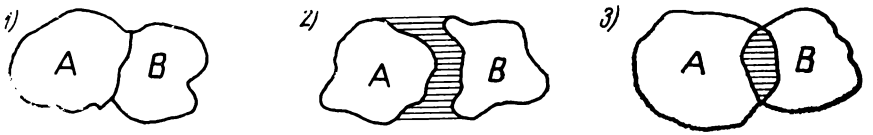
---

[3] См. И. Т. Турбович. Задачи и методы опознания образов. В кн. И. Т. Турбович, В. Г. Гитис, В. К. Маслов. Опознание образов, М., 1971, стр. 13—16.

[4] См. там же, стр. 18.

и размерности пространства, задачи по минимизации маршрута (последовательности) обследования признаков и другие.

Этап построения решающего правила (алгоритма), с помощью которого принимается решение о принадлежности данного объекта определенному классу, основан на трех основных отношениях классов. Эти отношения в геометрической интерпретации областей пространства признаков выступают как отношения их непересекаемости с общей границей (1); отношения непересекаемости, связанные с нулевой зоной (2); отношения полной или частичной пересекаемости (3). Схематически это выглядит следующим образом:



где A и B — два класса (образа) в двумерном пространстве признаков, т. е. на плоскости. Отношения непересекаемости — показатель „хорошей" разделимости (классов) друг от друга, а отношения пересекаемости — „плохой" разделимости, связанной с ошибками в опознавании классов.

Прежде всего, выясним важный в методологическом отношении вопрос, который специалисты по опознающим устройствам оставляют в стороне: когда отношения пересекаемости классов отображают объективные отношения, а когда — несовершенства в работе опознающего устройства?

Если два класса A и B пересекаются в значениях „k" признаков, но не пересекаются в $k+1$ признаке, то это означает, что в целом в пространстве $k+1$ признаков эти классы разделимы и что $k+1$ признак является информативным для разделяющей функции. А признаки, специфические только для данного класса, имеют нулевое значение для другого класса (при условии, как мы выяснили, гетерогенности этих классов). Однородные (гомогенные) классы, отличающиеся между собой значением хотя бы одного признака, тем самым объективно не пересекаются в пространстве их признаков, образуя компактные, „кучные" множества, и поэтому их в принципе можно разделить. И действительно, практика показывает, что довольно легко и безошибочно разделяются гомогенные и довольно простые образы, например такие, как стандартные изображения некоторых букв, цифр, элементарных геометрических фигур, радиосигналов и т. д. В таких случаях эффективно применяются детерминированные методы опознания, такие как метод эталонов, непрерывногрупповой, метод потенциальных функций и другие. Однако это положение справедливо лишь в том случае, если мы имеем дело со сформированным, установившимся классом объектов, а для искусственных изображений — с такими реализациями, которые наиболее близки к своим эталонам, или образцам класса, нежели к эталонам других классов. Когда же мы имеем дело с объектами (процессами, состоя-

ниями), переходными от одного класса объектов к другому, то объективно в пространстве признаков они занимают область пересечения классов между собой. Таковы, например, переходные от одного биологического вида к другому поколения особей. В искусственных изображениях это можно пояснить на начертаниях цифр, переходных от цифры „3" к цифре „8", от цифры „3" к цифре „5". Такие переходные объекты (состояния) не могут быть однозначно отнесены к установившимся классам объектов, и эта объективная неопределенность выражается в частичной пересекаемости классов в пространстве признаков. При отнесении этих объектов к тому или иному классу неизбежно возникают ошибки. Поэтому наиболее адекватными методами опознания простых объектов с примесью переходных объектов являются статистические методы опознания.

В тех случаях, когда простые классы объектов подвержены таким воздействиям случайных факторов, которые превышают некоторый допустимый предел, исходные описания этих классов в пространстве признаков частично пересекаются. И здесь также более эффективно применять статистические методы опознания. Итак, простые „образы", т.е. такие, поверхность которых в пространстве признаков описывается посредством „гладкой" функции, имеющей производные во всех точках и т.д., могут тем не менее пересекаться из-за объективной неопределенности, возникающей от примеси переходных объектов и от случайных помех.

Сказанное позволяет дать объективную оценку так называемой гипотезе компактности Э.М.Бравермана, наиболее поздняя формулировка которой гласит: „простому зрительному образу соответствует компактное множество точек в пространстве параметров"[5].

Как мы показали выше, кучность, компактность и обособленность множества точек разных „образов", т.е. их непересекаемость, обусловлены не только их принадлежностью к виду простых „образов", но и двумя выше указанными объективными обстоятельствами. Иначе говоря, на место проверки гипотезы (принципа) компактности следует поставить анализ условий разделимости „образов". Для определения меры разделимости математических описаний (образов) вводится понятие их „метрической близости" в многомерном пространстве признаков. В частности, вводится понятие и величина ξ — непересекаемости „образов", когда при неограниченном возрастании объемов выборок (т. е. числа представителей) всех классов минимальное взаимное расстояние между реализациями различных классов остается не менее некоторой конечной величины ξ[6]. В геометрической интерпретации это означает, что шири-

---

[5] А.Г. Аркадьев, Э.М. Браверман. Обучение машины классификации объектов, М., 1971, стр. 31.

[6] См. И.Т. Турбович. О классификации задач и методов опознания образов. „Опознание образов", М., 1968, стр.9—10; а также И. Т. Турбович, В.К. Маслов. Оценка меры непересекаемости образов по конечной выборке. „Опознание образов", М., 1971, стр. 44—58.

на коридора, или „нулевой зоны", между „образами" не меньше величины ξ.

При переходе к разделимости множеств, относящихся к *сложным*, в частности, сложно организованным „образам", к объективным факторам их частичной пересекаемости присоединяются еще и субъективные или шире — зависимые от возможностей опознающей системы. Повышаются трудности выделения информативных параметров, их измерения с нужной точностью и т. д. Существенно неполное описание ведет к большей неопределенности, к большему числу ошибок. Все это выражается в частичном пересечении „образов" в пространстве признаков, что обусловливает необходимость применения статистических методов, порой с весьма сложными многомерными распределениями. Итак, *как объективная, так и субъективная неопределенности при опознании „образов" выражаются в их частичном пересечении.* И от знания характера этой неопределенности зависит выбор способа анализа, модели и метода опознания. Однако в работах по опознанию, как правило, не проводится разграничение объективной и субъективной неопределенности.

2. Возможности и особенности опознания „образов"

Выясним вначале возможности теории опознания и соответствующих ей опознающих устройств посредством анализа „образа" (класса) в сопоставлении с понятием гносеологического образа, который является ячейкой познания и его результатом. А затем рассмотрим особенности процесса опознания, а тем самым и причины его ограниченностей.

В ряде работ мы анализировали характеристики содержания и формы гносеологического образа[7]. Кратко напомним лишь основные характеристики содержания образа. (1) *Качественная* характеристика, связанная с раскрытием разнородности отображенного объекта, включает в себя сведения о качественном разнообразии соответствующих его элементов (например, восприятие включает в себя ощущения разных модальностей), а также о качественном отличии его от отображения смежных объектов, т. е. о его месте в той или иной системе объектов, например, в системе структурных уровней неорганической природы. (2) *Количественная* характеристика образа объекта включает сведения о числе компонентов, свойств и связей системного объекта и о значениях их интенсивности, т. е. все то, что может быть измерено и выражено численно. В виде объединения первой и второй характеристик получаем понятие о *составе*, т.е. о качественном разнообразии и количестве компонентов и свойств отображенного объекта. (3) Центральной для гносеологического образа является *структурная* харак-

[7] См., например, В. С. Тюхтин. „Категории „форма" и „содержание" и их структурный анализ". „Вопросы философии", 1971, № 10.

теристика. Вид композиции, или вид упорядоченности, компонентов системы, устойчивый (инвариантный) по отношению к вполне определенным изменениям (преобразованиям), называется структурой. Совокупная структура отображения объекта того или иного класса складывается из частных структур — из законов строения, функционирования и развития данного системного объекта. А открытие законов — главная задача любой науки. (4) *Вид соответствия структур* образа со структурами оригинала, т. е. их структурное сходство, составляет также самостоятельную характеристику, без которой нельзя определять структуру оригинала по структуре самого образа. (5) Семантическое отношение есть имманентная характеристика образа, знания. Она имеет две разновидности: (а) предметность, или предметное значение, присущее чувственному образу, означает, что структуры состояний анализаторов для их носителя-субъекта выступают соотнесенными с внешними предметами; (б) эмпирическая и теоретическая интерпретации состоят в том, что структуры мысленных образов соотнесены с эмпирическими объектами или же с другими более познанными теоретическими объектами. А понятия „содержание" и „смысл" теоретического образа включают в себя все характеристики образа — основные и неосновные.

Понятие „образ" в теории опознания включает в себя первые две основные характеристики (качественную и количественную) и их объединение — состав. Состав класса описывается конечным числом качественно различных (разнородных) признаков, их „весом" или же распределением вероятностей значений признаков; а место искомого класса в классификационной системе задается априорными вероятностями всех классов алфавита, либо их представительными выборками (т. е. набором некоторых объектов из их общего числа у каждого класса).

А как представлена в „образе" структурная характеристика опознаваемых объектов?

Если к последним относятся печатные или прописные буквы, цифры, геометрические фигуры, то их пространственные структуры („формы") даны в виде матриц значений признаков в двухмерном пространстве признаков. В случае звуковых образов, радиолокационных сигналов их структуры представляют собой функции времени. Указанные виды структур представляют собой „описательные" экстенсивные структуры, которые по своему гносеологическому статусу относятся к уровню явлений, но не сущности разных порядков. Недаром, когда мы переходим к опознанию более сложных и высоких по своей организации объектов, которые кроме „внешнего вида" (внешней структуры) имеют внутренние закономерности, то опознаются не эти законы и структуры, а лишь их внешние признаки, показатели. В качестве примеров можно привести задачи из области медицинской и технической диагностики, задачи на выделение информативных признаков многопараметрических объектов.

Что касается пятой основной характеристики — семантического отношения, то теория опознания классов („образов") от него абстрагируется. Способность к реализации семантического отношения, как и к постановке новых задач, присуща лишь самоорганизующимся систе-

мам (типа живых и социальных систем), которые обладают активно-побудительным началом в их отношениях к среде, к опознаваемым объектам, ситуациям. А современные кибернетико-технические устройства, в том числе и опознающие автоматы, способностью к самоорганизации не обладают.

Итак, кибернетическое понятие „образа" (класса) представляет собой одну из сторон гносеологического образа — его количественную и экстенсивно-структурную сторону; а понятие процесса опознания „образов" составляет формально-операционную, информационно-алгоритмическую сторону, имеющую некоторые аналоги с процессами формирования и преобразования познавательных образов.

Познавательный статус „образа" (класса) находится во взаимной обусловленности с основными логико-гносеологическими особенностями процессов опознания.

Первая особенность образов и процесса их опознания связана с тем, что алфавит классов описывается с помощью *единого* набора параметров, или признаков, *общих всем классам.* А тем самым построение функции, разделяющей образы (классы), основывается либо на разных значениях (величинах) этих признаков, либо на отсутствии („нулевом значении") тех или иных признаков. Отсюда и мера разделимости образов оценивается на основе понятия „метрической близости" образов с помощью величины их ε-непересекаемости. Вопрос о введении специфических для каждого класса параметров в теории опознания не ставится. Это объясняется ориентацией на единый количественный способ описания образов с помощью одинаковой для всех образов метрики пространства признаков, а также выбором однородных, гомогенных классов объектов. Все это означает, что важнейшей гносеологической особенностью модели и методов опознания является их *экстенсивный, метрический характер.*

Вторая особенность понятия „образ" и методов их опознания заключается в их *относительности*: образы описываются и опознаются с точностью до их отличия друг от друга. В работах по теории опознания явно постулируется „не абсолютный, а относительный характер описания". Задача опознания считается решенной, если найдены информативные признаки и функция, разделяющая данный набор образов по этим признакам. При этом под информативными разумеются лишь достаточные для разделения данных классов признаки, а не существенные признаки, раскрывающие природу объектов разделяемых классов. В тех случаях, когда удается выделить информативные и вместе с тем существенные признаки, то это либо обеспечивается за счет случайной находки, либо обусловлено внешними для существа теории опознания факторами (интуиция и опыт исследователя и т. д.).

Характерным следствием относительного характера опознания является следующая ситуация: признаки, достаточные для разделения данного алфавита классов, могут оказаться недостаточным при введении нового класса.

С этими двумя особенностями связана *третья особенность:* опознание (согласно исходным понятиям, допущениям и предпосыл-

кам теории) носит не только относительный и экстенсивный, но и *феноменологический характер.* Иначе говоря, теория не обеспечивает с необходимостью интенсивного опознания классов объектов, перехода от явления к сущности разных порядков, от внешних свойств к внутренним, от общих для всех классов к специфическим свойствам и отношениям. Эта особенность обнаруживается, как только с помощью существующих подходов и методов опознания перейдем к опознанию гетерогенных по своей природе классов объектов. Действительно, не эффективно описывать с помощью одинаковых параметров термодинамические и электростатические явления. К специфическим параметрам термодинамических систем относятся параметры: S (энтропия), P (давление), T (температура), C (теплоемкость), H (энтальпия); к электростатическим — G (электрический заряд), E (напряженность электрического поля), ε (относительная диэлектрическая проницаемость). Это значит, что эти два класса объектов имеют разный алфавит, разное признаковое пространство, и поэтому методы, основанные на разделении классов в едином признаковом пространстве, неприменимы. А одинаковые для разнородных классов параметры не являются для них специфическими и существенными. Они, как правило, представляют собой либо внешние и неустойчивые, либо побочные для данного класса (и уровня) объектов свойства, параметры.

Четвертая особенность теории опознания, органично связанная с тремя предыдущими, относится к логической стороне опознания. К основным логическим операциям, которые имеют место в процессах опознания в существующей теории, относятся операции сравнения признаков, их отождествления и различения, элементарных видов обобщения и ограничения, простейшие виды анализа и синтеза. Эти операции имеют характер „непосредственных умозаключений". Но эти операции не могут с необходимостью обеспечить переход от явления к сущности, от внешних свойств к внутренним, скрытым, существенным, т. е. реализовать стратегию интенсивного познания. Этот переход, как увидим в следующем параграфе главы, может осуществляться на основе логических операций, носящих опосредствованный характер.

Указанные четыре логико-гносеологические особенности опознания, присущие современному этапу разработки теории опознания, в конечном счете обусловлены теми задачами, которые призвана решать эта теория в соответствии с ближайшими „заказами", запросами современной техники. Поэтому расширение отражательных возможностей опознающих методов и устройств есть, в первую очередь, расширение круга задач, изменение их характера, снятие ограничений, введение новых допущений и понятий.

3. О расширении возможностей опознания. Теория опознания и гносеология

Среди работ по опознанию образов, вышедших в конце 60-х начале 70-х годов, все чаще появляются такие, где обсуждаются перспективы и предлагаются варианты создания общей теории опознания. Главные усилия направлялись на то, чтобы существующие разрозненные методы и подходы к опознанию обобщить, систематизировать, по возможности упростить[8]. К сожалению, мало в явной форме ставится принципиально новых задач, вопросов о существенном преобразовании самих основ теории опознания. Тем не менее в скрытой, косвенной форме такие тенденции начинают обнаруживаться.

Рассмотрим характерный пример с обобщением методов опознания. Авторам метода потенциальных функций[9] вначале казалось, что к этому методу можно свести большинство алгоритмов опознания, в частности алгоритмы перцептронов. Однако вскоре выяснилось, что этот метод (жестко) детерминированного типа, и степень его общности несколько завышена. Оказалось, что более общие алгоритмы опознания могут быть получены на базе идей адаптации, обучения и самообучения в соединении с вероятностно-итеративным подходом к опознанию[10]. Показано, что все невырожденные задачи опознания образов могут быть сформулированы на языке этого подхода, а многочисленные существующие методы (алгоритмы) опознания являются разновидностями общих алгоритмов, основанных на этом подходе. Напомним, что с математической стороны цель обучения (в частности, опознанию) — это состояние, к которому должна прийти система в результате обучения. Нахождение этого состояния сводится к определению экстремума некоторого функционала. Экстремумы отображают такие устойчивые состояния систем адаптации и обучения, когда их алгоритмы, выражаясь математически, сходятся.

Как увидим ниже, общие подходы и алгоритмы обучения в своей теоретико-познавательной интерпретации непосредственно контактируют с гносеологическим учением об эмпирическом познании.

---

[8] См. например, следующие работы: Ф. Розенблатт Принципы нейродинамики (перцептроны и теория механизмов мозга), М., 1965; Я. З. Цыпкин. Адаптация и обучение в автоматических системах, М., 1968; Ю. Л. Барабаш, Б. В. Варский, В. Т. Зиновьев, В. С. Кириченко, В. Ф. Сапегин. Вопросы статистической теории распознавания, М., 1967; И. Т. Турбович, В. Г. Гитис, В. К. Маслов. Опознание образов, М., 1971; Н. Г. Загоруйко. Методы распознавания и их применение, М., 1972.

[9] См., например, М. А. Айзерман, Э. М. Браверман, Л. И. Розоноэр. Теоретические основы метода потенциальных функций в задаче обучения автоматов разделению входных ситуаций на классы. — „Автоматика и телемеханика“, 1964, т. 25, № 6.

[10] См. Я. З. Цыпкин. Адаптация и обучение в автоматических системах, гл. IV.

На наш взгляд, создание общей теории опознания не должно ограничиваться задачами обобщения и систематизации существующих подходов и методов (как представляют многие специалисты по опознанию образов). Общая теория опознания должна быть преобразована в своих теоретических основах в направлении расширения и углубления решаемых задач с тем, чтобы она стала своеобразной системой математического моделирования человеческого опознания эмпирического уровня. Эти модели могут быть как чисто функциональными, т. е. сходными с человеческим опознанием лишь в своих результатах, так и структурно-функциональными (или бионическими), схватывающими и процессуально-психофизиологический аспект сходства.

Исходя из изложенного в первых двух параграфах этой главы, можно кратко сказать, что преобразование теоретических основ автоматического опознания должно быть начато со снятия ограничений, которые фигурируют в четырех рассмотренных выше особенностях опознания образов. Это прежде всего выразится в изменении смысла понятия „образ" и характере его описания. Каждый образ („класс") должен включать в свои параметры не только тождественные с другими опознаваемыми „образами" свойства (и отношения), но и специфические для данного класса свойства. Такая трактовка „образа" открывает возможности: для перехода от опознания лишь гомогенных классов объектов также и к гетерогенным, то есть расширяет предметную область решаемых задач; для перехода от чисто экстенсивного и относительного к интенсивному и безотносительному опознанию.

В математическом плане эта трактовка „образа" приводит к необходимости отказа от единой для всего алфавита классов метрики пространства признаков и введения дополнительных признаков, специфических для каждого класса. А это дает стимул для поисков нового математического аппарата, для создания новых моделей опознания.

Наконец, требование перехода от относительных информативных признаков к признакам безотносительным, объективно устойчивым и специфическим, то есть существенным в логическом плане, приводит к необходимости совместить операции отождествления и различения, обобщения и ограничения, анализа и синтеза с операциями опосредствования (выводного знания) или, точнее говоря, придать указанным операциям опосредствованный характер.

В чем заключается гносеологическое обоснование возможности перехода от явления к сущности, от относительно информативных к безотносительным, специфическим, существенным признакам (свойствам и отношениям)?

Исходными для такого обоснования служит следующее высказывание В. И. Ленина, которое, к сожалению, не оценено еще должным образом. В статье „К вопросу о диалектике" В. И. Ленин писал; „Всякое общее есть (частичка или сторона или сущность) отдельного"[11]. Это означает, что всякое существенное есть так или иначе об-

[11] В. И. Ленин. Полное собрание сочинений. т. 29, стр. 318.

щее, но *не всякое общее есть существенное*. Поэтому для того, чтобы среди общих свойств и отношений выделить существенные, нельзя ограничиваться лишь операциями отождествления и различения, обобщения и ограничения, анализа и синтеза, относящимися к непосредственным умозаключениям. С их помощью можно получить внешние объективно общие свойства и отношения, а существенные — далеко не всегда и то лишь случайным, а не необходимым образом. Для необходимого перехода к сущностным свойствам и отношениям, характеризующим природу вещей, требуются операции *опосредствования,* логического вывода. Разнообразные приемы современной теории опознания (усиление представительности выборки, увеличение информативности признаков, выявление обобщенных и в то же время независимых признаков и др.) лишь частично способствуют решению указанной задачи, но „в лоб" не решают ее.

Поясним роль опосредствования на одном примере из истории познания. В начале 50-х годов XIX века Огюст Конт, основоположник позитивизма, высказал агностическое положение о том, что, по-видимому, мы никогда не узнаем химического состава звезд. Его вывод предполагал непосредственный лабораторный химический анализ веществ. Но в 1859 г. был открыт Бунзеном и Кирхгофом метод спектрального анализа. Оказалось, что о химическом составе звезд можно судить опосредствованно, на основе объективной связи линий спектра с наличием определенных химических элементов.

Характерным показателем существенных параметров является их относительная независимость друг от друга и зависимость от них менее существенных параметров (свойств и отношений). С помощью методов математической статистики и определяются статистически независимые, декоррелированные признаки (параметры).

Таким образом, *обобщенные, относительно независимые друг от друга устойчивые* (инвариантные относительно определенных преобразований) *признаки, найденные опосредствованным путем,* и будут представлять собой *существенные признаки.* Их информативность сохраняется при переходе к любому набору (алфавиту) классов; в этом смысле они безотносительны к этим комбинациям (алфавитам) классов, независимы от них.

Закономерности объектов суть устойчивые отношения существенных свойств (параметров). Поэтому в расширенной и преобразованной теории опознания открытие закономерностей может быть интерпретировано либо как определение решающей функции, либо как нахождение сложного признака в виде отношения параметров. Такая тенденция косвенно намечается уже сейчас. Так, в работе одного из специалистов по опознаванию В. С. Файна[12], главный упор делается именно на поиске специфических признаков, после определения которых решающая функция разделения на классы является тривиальным следствием. Единственная трудность, с которой встречаются специа-

[12] В. С. Файн. Опознавание изображений, М., 1970.

листы, это — поиск необходимого пути перехода к существенным признакам. Но, минуя операции опосредствования, поиски существенных признаков обречены как мы видели выше, на случайный поиск (алгоритм).

Изменение, расширение смысла понятий и изменение исходных допущений приводит и к формулировке *новых задач*. Так, на основе сказанного можно, кроме трех основных типов задач опознания, дать формулировку еще одного — *четвертого типа задач*. Из множества объектов, принадлежащих неопределенному числу неизвестных классов объектов, выделяем интересующий нас класс с частично известным набором параметров и некоторой начальной выборки реализаций этого класса. Требуется определить минимальное число необходимых и вполне достаточных специфических признаков и их соотношений, которые позволили бы опознать класс среди многих (практически любых) наперед заданных классов, предвидеть его поведение и возможные диспозиционные свойства, т. е. свойства, являющиеся продуктом его взаимодействий с объектами других классов.

Ясно, что эти признаки и их соотношения должны быть существенными, т. е представлять собой структуры, наиболее важные законы. Эта постановка задачи является, скажет читатель, типичной гносеологической и логической задачей по выявлению у познаваемого объекта на основе статистической обработки опытных данных и в основном с помощью индуктивных методов, внутренних зависимостей, законов. Так оно и есть. Но преимущество такой постановки задачи заключается, во-первых, в том, что она вырастает из теории и математических методов опознания; и поэтому все основные этапы и математические процедуры опознания можно осуществлять. Сюда относятся: создание системы признаков из параметров исходного описания, сокращение размерности описания, поиск решающих функций с помощью обучения и самообучения и их коррекция, экспериментальная проверка правил опознания. Во-вторых, преимущество такой постановки задачи сводится к тому, что открывается возможность интенсивного познания данного класса объектов: через обработку исходного описания и дополнительного „обучения“ опознающая система может найти специфические для данного класса объектов параметры. А это и есть начало для открытия („опознания“) объективных законов, присущих данному классу объектов. Сказанное означает, что такая преобразованная общая теория опознания образов непосредственно смыкается, контактирует с разработкой важнейшего раздела теории познания — учением об эмпирическом уровне познания, а также с важнейшим разделом логики — учением об индуктивном выводе. Даже современный материал по методам опознания образов имеет огромное значение в разработке этих разделов теории познания и логики.

Это можно объяснить главным образом тем обстоятельством, что само содержание теории опознания соответствует логико-гносеологическому аспекту, а не психологическому, нейро-физиологическому, педагогическому и другим аспектам познавательной деятельности человека. В этом нетрудно убедиться, *выявив те факторы и те их связи,*

которые учитываются в теории опознания „образов." Как мы видели в I параграфе главы, основные понятия и предпосылки теории опознания отвлечены от субстратных, технологических характеристик опознающих систем; в центре внимания — алгоритмы опознания. Отсюда следует, что в теории опознания отвлекаются от анатомо-физиологического (субстратного) аспекта анализа опознающих систем. Теория опознания отвлечена и от факторов, являющихся предметом психологии,— от данной конкретно-индивидуальной опознающей системы, ее свойств, индивидуального опыта. В теории опознания учитывается ряд гносеологических и логических факторов и их связей: абстрактная опознающая система, такие способы математической и логической обработки эмпирических данных, которые формально правильны и обеспечивают получение истинных знаний, и т. д. Понятия и методы, задачи и этапы теории опознания вследствие сказанного легко поддаются гносеологической интерпретации или, точнее, выделению в них гносеологического аспекта исследования. Покажем это на примере гносеологической трактовки понятий обучения (самообучения) и адаптации в процессе опознания.

Казалось бы термины „обучение" и „самообучение" относятся к области психологии и не имеют прямого отношения к гносеологии. Но при анализе того, какие факторы учитываются при обучении опознающих систем, оказывается, что обучение представляет собой процесс накопления опыта, приобретения необходимых сведений для решения того или иного типа задач, то есть просто-напросто мыслительную деятельность на уровне проведения экспериментов и первичной математической и логико-индуктивной обработки этих данных. Такая гносеологическая интерпретация обучения не исключает и психологического аспекта, так как кибернетическая опознающая система есть система управления или самоуправления, т. е. целенаправленного поведения в определенной среде. Но мы здесь отвлекаемся от этой стороны реальных опознающих систем, учитывая лишь аспект переработки информации. Если учесть, что обучение и самообучение обеспечивают уравновешивание системы с изменяющейся средой, то в данном случае обучение в опознании выступает как процесс все более совершенной адаптации. Иначе говоря, адаптивное обучение в опознании образов подчиняется некоторому критерию оптимизации. Тогда методы опознания, интерпретированные в плане важнейшего фрагмента познавательной деятельности, будут представлять собой методы оптимальной (по определенным критериям) организации познавательной деятельности. Так мы пришли к прямой аналогии между выбором адекватного и наилучшего по ряду показателей метода решения определенного типа познавательной задачи — с одной стороны, и оптимизацией методов обучения образов — с другой.

Мы не можем здесь останавливаться на значении других моментов материала по методам опознания для дальнейшей разработки гносеологии. Это большая и особая задача исследования.

В этой главе предварительно в общих чертах сделана стратегическая наметка перехода от современного варианта экстенсивной тео-

рии опознания к общей теории опознания. Такая теория в единстве со статистической теорией обработки опытных данных и с логическим учением об индукции может быть преобразована в логико-математическую теорию, которая будет (частично) соответствовать содержательному учению гносеологии об эмпирическом познании. А тем самым теория познания в целом и ее ядро — теория отражения — будут находиться в более тесной связи с математико-кибернетической теорией опознания образов как специально-научной и в то же время интегративной по своему статусу дисциплиной, аналогичной теории моделирования.

Annotated Content of the Book "Theory of Reflection and Natural Science"

Section I. GENERAL PROBLEMS

Chapter 1

THE PROBLEM OF THE ACTIVENESS OF REFLECTION

The activeness of reflection, inherent to systems of different levels of organization, belongs to the key problems of the dialectic-materialist theory of reflection. This chapter examines the characteristic of the activeness of reflection in its most general aspect: it picks out the most elementary and at the same time the most common features inherent to all forms of reflection. It differentiates between a type of non-functional systems of inorganic nature and a type of functional (self-controlled) systems in animate nature, in society, and in modern technology.

Activeness possesses the following chracteristic features for the second type of systems, unlike the first one, namely: (1) purposefulness and relative freedom of choice of behaviour, unlike the reactiveness of physical systems; (2) relative autonomy of functioning which is determined to a larger extent by the internal laws of development than by the laws of the change in the environment; (3) active adaptation to the conditions of existence and their transformation; (4) the activeness of the functional systems is largely determined by the content of the reflection of the original, and not by the method and by the means of reflection; (5) capacity for "anticipative reflection" and for reflection of the trends in the change of the original.

Following are some of the factors or conditions for the appearance of highly active reflection inherent to highly organized functional systems: (a) increasingly multiform utilization of the universal property of the reflection of matter in self-control; (b) hence the natural emergence and development of specialized organs of reflection (up to the creation of artificial devices); and (c) appearance of directed selectivity in the reflection of objects (unlike the passive selectivity inherent to physical systems).

The highly active reflection in functional system is of a systemic nature in the following aspects: capacity for reflecting complex systemic objects; the very detachment of the functional systems from the environment by means

of self-reflection in a social reflecting system; systemic character of the functioning of the self-controlled system; systemic character of the method of reflection.

The principal objective criterion of the high activity of reflection is the transformation of its content into a factor for changing the behaviour of the sellf-controlled system.

Chapter 2
THE PRINCIPLE OF CAUSALITY AND THE THEORY OF REFLECTION

The principle of causality is profoundly interrelated with the principle of reflection.

Causality is subject to different treatment depending on the recognition or non-recognition of the principle of reflection, depending on its dialectical or metaphysical understanding.

An assertion to the effect that there always exists similarity between cause and effect (Russel and other authors) is a rather strong one and therefore vulnerable.

There are different concepts about causality (V. Kraevskiy) depending on the differences in conceiving the cause and effect (as phenomenon, property, object or aggregate of conditions).

From the point of view of justice of the principle of causality, parallel with the broad and narrow concepts, it is possible to distinguish a third and linking causality with the thansformation of movement or energy. In this sense causality and determinism are concepts which intersect one another.

Ensuing from the concept of causality, we should pay attention to what is known as the causal theory of perception. It exists in a number of variants, particularly in such which accept or reject the concept of the so-called sensual data.

Interesting is the attempt at setting up an axiomatic structure of the theory of cognition which is essentially based on the principle of causality (Russel) and of its critical analysis. The theory of reflection belongs to the class of deterministic theories of cognition.

Chapter 3
LOGICAL STRUCTURES IN THE PROCESS OF REFLECTION

The Chapter examines the status of logical structures (norms) from the positions of the theory of reflection, as well

as the role of logical norms in the reflective processes at various levels.

Many cognitive processes performed by man, those of thinking included, are regulated by unconscious principles (norms). Such unconscious or unrealized norms in everyday thinking are the logical structures (rules of conclusion of deduction). In the final account they derive from certain objective relations.

There are certain very simple logical rules of information processing which function before the appearance of consiousness as well in the psychics of the animal. At each higher level of reflection there is again a process of mastering the logical structures from the lower level, with a view to the new material.

The process of development of human cognition is accompanied by progress in revealing and in analysis, i. e. in realizing unrealized logical structures. The knowledge of the logical structures makes their application to technical systems possible. They are also used in working out the strategy and tactics of cognitive activity.

Chapter 4
HYPOTHESIS IN MODERN SCIENCE

The advancement of hypotheses is one of the characteristic manifestations of the activeness of theoretical cognition as a higher form of the processes of reflecting reality.

The Chapter starts by the discussion of three meanings of the term of "hypothesis", namely: (1) hypothesis as probable knowledge, (2) hypothesis as conjecture in general, and (3) hypothesis as a system. The dispute about the cognitive role of hypothesis is related precisely to this last meaning, as discussed in the Chapter.

Subject to special discussion are the conditions necessary for the consistency of a hypothesis, i. e. the general requirements which must be met by a hypothesis in order to have the status of a modern scientific hypothesis. These requirements are not any rigid rules of selection; in their capacity of particular methodological recommendations they are essentially "determinately-indeterminate". The requirements on hypothesis are: 1. Subject to verification on principle; 2. Maximum generality; 3. Capacity of forecasting; 4. Simplicity in regard to principles: 5. Systemic nature.

Finally, a study is made into the logical problems of proving and of confirming hypotheses, and the corresponding logical apparatus is introduced. The authors point put

that (a) proof and confirmation are essentially different processes which, in a sense, rule out one another and are, at any rate of opposite directions; (b) in the broad meaning of the term of "proof" as a certain "limit" of confirmation such a treatment of proof becomes non-contradictory.

The concluding parts of the Chapter make brief reference to the problem of prooving a hypothesis in the plane of the correlation of the absolute and of the relative in knowledge.

Chapter 5
THE PRINCIPLE OF REFLECTION AND MATHEMATICS

The problem has been discussed of the relation of mathematical knowledge to reality, of the co-ordination between the basic characteristics of mathematics (non-experimental science, high level of abstractness of its concepts, and profoundly formalized character of its presentation) and the principles of reflection.

It is demonstrated, on the basis of examples of the origin and development of the concepts of numbers and probabilities that mathematics is connected to the practice of man by numerous channels, obtaining initial viewpoints from it and continuous organizing stimuli; practice is the source of a number of new ideas and formulations of new problems. The second factor for the development of mathematics are its internal theoretical capacities and research opportunities. The third factor and source of development of mathematics is related to the problem of its substantiation, to the critical examination of its basic principles, concepts, and level of the strictness of proof. The latter two factors testify to the high activity of mathematical thinking. By its principal cognitive function and by its scientific statute, mathematics emerges as an instrument of reflecting the surrounding world. This characteristic is to no lesser extent inherent to modern mathematics as well.

Chapter 6
THE IDEA OF PROBABILITY AND THE PROBLEMS OF REFLECTION

The development of science is accompanied by changes in the internal structure of scientific theories which thereby gain in content. The theories of classical natural science, physics in the first place, are relatively simple in their structure and are based on the principle of strict determination. Simple dependences between relatively egual para-

meters are characteristic of the mathematical description of the corresponding physical systems.

Complex and highly organized hierarchic systems possessing flexible and mobile connections and having relatively autonomous subsystems can be described in a relatively adequate manner only by the means of statistical theories. There are two classes of concepts (empirical and abstract-generalized) which are characteristic of statical description, and there are two levels of our knowledge which correspond to these systems: a level which incorporates accidental factors and connections and a level of more essential connections which determine the type of statistical distributions.

Statistical theories (compared with the theories based on the principle of strict determination) are more general, of a larger content, more capacious and more flexible; they possess great capacities of reflecting the properties and laws of reality.

Chapter 7
GENERAL-SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF THE PRINCIPLE OF REFLECTION

The Leninist idea about the universal property of reflection is helpful, under the conditions of the scientific and technological revolution, in the integration of knowledge about the outer world and knowledge about man. Under the conditions of continuing differentiation of knowledge the concept of reflection obtains an increasingly methodological significance in its capacity of integrating instrument and acquires a general-scientific statute.

The idea of the universality of the attribute of reflection emerges as one of the most important elements of dialectical-materialist monism.

Upon operating with the concept of universality of reflection we relate to it such a general principle of modern scientific cognition as formalization. The contribution of cybernetics in the process of formalization of reflective processess has been particularly dealt with, duly emphasizing the relativity of eash procedure of formalization which, in the final account, is verifiable on the basis of practice.

The authors indicate that the treatment of reflection as a universal property of matter is helpful in the synthesis of the physical (energy) and theoretical-informational ideas on the basis of revealing the objective nature of in formation. In this process there emerges a definite relative community between man and cybernetic automation, a com-

munity described, of course, from the point of view of formalization.

In the further development of scientific cognition and practice the concept of the universality of the attribute of reflection may serve as the philosophical foundations for the realization of intercourse and interaction between terrestrial and extraterrestrial civilizations.

Section II. PHYSICS, ASTRONOMY AND CHEMISTRY

Chapter 8
QUANTUM MECHANICS AND REALITY

The appearance of quantum mechanics has marked the beginnings of genuinely non-classical physics. The initial principles, the basic concepts, and the mathematical apparatus of quantum theory are essentially different from the theories of classical physics. This led to new gnosiological difficulties in the formulation of gnoseological problems related to the interpretation of quantum-mechanical formalisms, to the explanation of their objective content, to the completeness of their description, and to overcoming the formal-logical contradictions of the quantum theory. The above problems are examined in this chapter.

The principle of indeterminateness is shown as a natural law reflecting the objective properties of micro-objects upon their interaction with the classical systems; it is also one of the conditions of logical non-contradiction of the quantum theory. Non-relativistic quantum mechanics, being true, cannot be incomplete, and the introduction of the concept of hidden parameters is incorrect. The principle (and concept) of complementariness of N. Bohr provides a qualitative description of the conditions of non-contradiction in the application of quantum-mechanical formalism. Quantum mechanics ensues from the fact of the independence of the existence of micro-objects on measurement devices; it also assumes spatial-temporal determinateness of the actual existence of micro-obiects, thus finding its formal expression in the conditions of norm-setting; it recognizes also the actuality of movement in space as an accomplished fact. However, the specificity of the quantum-physical description expresses the profound connection between the method of description with the very method of existence and the nature of the micro-objects.

Chapter 9

PHYSICAL REALITY AND ITS REFLECTION IN THE CONCEPTS OF QUANTUM THEORY

The Chapter analyzes the concept of physical reality from the viewpoint of how it is refracted in the terms of predominantly one physical theory — quantum mechanics. Ensuing from the Leninist theory of reflection, substantiation is offered of the gnoseological boundary existing between the ideal phenomena in the consciousness of the cognizing subject and the physical processes described by the conversions of the wave ψ-vector. Sush a substantiation is carried out by distinguishing between two kings of probabilities, namely, reducible and irreducible. While classical physics operated with reducible probabilities only, quantum physics operates with both types. The reducible probabilities are used in presenting mixed states (density matrix) and are determined by the degree of knowledge (ignorance) of the subject. The irreducible probabilities connected with the reduction of the wave function are characterized by means of the concept of the potential capacities which have their objective basis in the processes of the micro-world.

Chapter 10

THE PROBLEM OF THE SUBSTANTIATION OF PHYSICAL KNOWLEDGE IN THE LIGHT OF THE THEORY OF REFLECTION

The problem of the substantiation of knowledge, physical knowledge included, can be adequately solved only by taking account of the indissoluble link between the active-practical and the reflective moments at all stages of the process of cognition. This idea is substantiated in the interesting polemics with two trends that have recently taken shape in Western "philosophy of science". In their treatment of the nature of cognition, the representatives of one of them appeal to the science deprived of social context. The other trend, stressing the influence of social factors on the development of science, deprive cognition, on that basis, of its specific nature, i. e. the capacity to achieve the truth. In the opinion of the author the reason for the inconsistency of these trends lies in the basic limitation of the initial abstraction with which they approach the special examination of knowledge. This limitation lies in the resolute differentiation betwen the two approaches toward the study of the phenomenon of science — the logical-methodological one and the sociological one. The

theoretical explanation of cognition must ensue from a recognition of its social determination, due account being taken of the content of the forms of knowledge.

Chapter 11
THE THEORY OF REFLECTION AND THE PROBLEMS OF MODERN ASTRONOMY

To what extent the models, hypotheses and theories in modern astrophysics, cosmogony and cosmology correspond to certain aspects and fragments of reality, and how to treat the adequacy of astronomical knowledge — these are the problems determining the character of many methodological and theoretical disputes.

Among the gnoseological problems related to the methods of working out the astrophysical, cosmogonical and cosmological hypotheses and theories, the problems of the correlations among their empirical and theoretical prerequisites and of the creative activity of the theoretician appear to be the most important ones. The gnoseological difficulties involved in the study of the Universe can be overcome only through the dialectic-materialist approach to cognition.

Chapter 12
CHEMISTRY AND THE PROBLEM OF REFLECTION

Ensuing from the Leninist assumption about the property of reflection which is inherent to all nature, inanimate nature included, an examination is made into the characteristics of the chemical form of reflection. The first specificity lies in the fact that in each chemical reaction the reacting substanses are in equal positions whereby it is impossible to differentiate between the active and the passive side. This renders difficult the differentiation between reflecting system and the system subject to reflection. The second characteristic of chemical reflection is connected with the qualitative changes taking place in the substances reacting with one another. This, in its turn, makes the relation between reflecting and reflected systems extremely difficult. The third characteristic lies in that the chemical interaction (and mutual reflection) at the level of organic substances is a genetic prerequisite and after that a functional foundation of biological reflection as well.

The character of chemistry as a science contiguous to physics and biology can likewise be referred to as one of the specificities of knowledge in the field of chemistry.

However, it does not follow in the least that chemistry will lose its indepndence as an individual sciense. Much like chemistry needs the knowledge pertinent to atomic physics for any profound explanation and precise calculations, biology and medicine likewise need biochemistry and quantum chemistry. Yet another characteristic of knowledge in the field of chemistry is the close interrelation between analytical and synthetic trends (and methods), as well as the connection between theory and chemical production.

sectino III BIOLOGY AND CYBERNETICS

Chapter 13

ON THE KNOWLEDGE ABOUT THE NATURE OF THE PHENOMENA OF HEREDITY

A study is made into basic stages of the development of the teaching of heredity. Surveying the alternation of the discoveris and of the accumulation of knowledge on the phenomena of heredity, a follow-up has been made both of the key theoretical ideas and of certain gnosiological moments in the development of the concepts related to the nature of heredity. The inevitable one-sided exaggerations of the role of one discovery or another have resulted in contradictory situations which, in their turn, furnished scientists with the incentive to press on with their research. Among them, were, by way of example, the recognition of a monopoly role to the DNA molecule, and the central dogma of molecular biology based on the concepts expressed by F. Crick. This dogma consisted in recognizing a single direction in the flow of genetic information (from DNA to RNA and to albumins) and in the failure to take account of the complex transition, of feedbacks (from RNA to DNA), and of the mediations in the processes of integration in the cell.

The integration in the phenomena of life is essentially related to a complex system of self-regulation of the genetic processes and with the processes of identification and discernment whose mechanism is still unknown. There are many other aspects in the recording of the programmes in the DNA molecules which are still unknown. The essence of the phenomenon of heredity is not limited to the role of DNA. According to the modern ideas on this problem, the fundamental role in obtaining an insight into the phenomenon of heredity belongs to the interaction

of „DNA-RNA-albumias" whose conditions and mechanism are the subject of further study.

Chapter 14

BIOLOGICAL INFORMATION-TYPE OF HYPERSTRUCTURES AS FORMS OF REFLECTION

This is a discussion of the natural-history foundations of the transitions from the „elementary form of reflection" to the increasingly „structured", „generalized" and active reflection which, in animate nature, acquires the specificities of the initial forms of physcics.

It is demonstrated that all this is realized in the processes of evolutional (under the directing effects of natural selection) and individual development of biological „hyperstructures" to which there are corresponding „systems of integrated and organizing information" ("inf's"). Information ia concentrated in them and becomes better organized, „non-additive", systemic, and besides that it performs functions of organization. A characteristic is given of the relative independence of these functions and, parallel with that, of the compulsory character of their interrelations with the immediate material carriers of the infs, and also with the apparatuses of controlling the biosystems of higher levels — the „supersystems".

In is emphasized that, thanks to coding, complex images, pro-images and programmes of operations (with determinants for „norms of reactions" and of their arranged inhibition and turning on) could be „represented" in the hyperstructures of the carriers by relatively simple and compact transformations. In this manner there appear, in the most suitable „elements" and „blocks" of the given biosystem, units-organizers (and transformers) of the information interdependences „among levels" with its environment and among the stages of ontogenesis and the intense activity in the environment, incarnating the unity of the direct and of the mediated and, besides that, between the „actual and the portential".

Determination in made of the differences between two basic stages in the development of the biological hyperstructures and the corresponding systems of organizing information. In the course of evolution or of individual development there grows a relative autonomy in the transformations of the hyperstructures and of the systems of organizing iformation which is secured by a number of specific properties of their material carriers and by

optimization of the methods of reflection, of programming, and of „generators of chances" (generators of indefinite multiformity) as sources of new information.

In connection with the analysis of the characteristics of the biological levels of the hyperstructure and of the systems of organizing information, an attempt has been made to explain the problem as to how their development could serve as the basis of the appearance of „psychic form of reflection".

Chapter 15
ACTIVITY OF BIOLOGICAL REFLECTION

The activity of biological reflection, unlike the activity of chemical reflection, is directed toward the preservation and development of the reflecting animate system.

This activity is expedient and creative. Expedient activity enables the animade system to realize its unconscious biological purposes, examined as models of its indispensable future stare. Creative activity makes it possible for the living system to form new reactions of behaviour instruction by trial and error) and new structural-functional characteristics (evolution along natural selection).

The expedient activity of biological reflection is deprived of creative elements, whereas the creative activity is deprived of the elements of expediency. In other words, under the conditions and limits of biological reflection expediency and creation prove to be incompatible: the activity of biological reflection is either expedient or creative.

The essential difference between the activity of conscious social reflection and the activity of unconscions biological reflection lies in the unification of expediency and creation on the basis of labour activity. The activity of sosial reflection is expedient and creative.

Chapter 16
CERTAIN PROBLEMS OF THE ABEQAACY OF BIOGICAL COGNITION

The modern process of theoretization of biology consists not merely in theoretical studies of the separate branches of biology; it has likewise led to the need of creating a unifed theoretical biology as systematic knowledge on the nature and development of life. An essential significance in this movement toward theoretical biology has been acguired by the search for adequate cognitive meaus of

which the biologists themselves are cognizant, the analysis of the methods used, the initial theoretical concepts, their interrelations, etc.

The chapter examines a number of gnosiological aspects of the problem of the adequacy of knowledge connected with the penetration in biology of the methods of exact sciences. With the development of the complex investigation of biological objects, biological knowledge is being acquired also on the basis of non—biological methods of cognition.

Most characteristic in this respect is molecular biology, and on the basis of its material an analysis is being made of the criteria of adequacy of knowledge and, in particular, of the criterion of the purity of the experiment. The evolutional criterion is likewise of fundamental significance. The study of the molecular foundations of evolution shows that any section of biological knowledge, using different methods and approaches, is nevertheless guided by common methodological principles or the cognition of development. The fundamental theses of modern Darwinism belong to these principles of the concept of „non-Darwinian" evolution which revises generally accepted criteria of adequacy of evolutionary cognition.
Criticism is offered in this connection.

Further theoretization of biology is related to the solution of the problem which had been clearly formulated by V. I. Lenin, namely: „The general principle of development must be combined, linked and joined with the universal principle of the unity of the world, of nature, and of the movement of matter."

Chapter 17
BIOLOGICAL RHYTMS IN THE LIGHT OF THE THEORY OF REFLECTION

The problem of the biological rhythms is a typical example of the complex approach in studying the essence of the animate. It can be fruitfully studied upon combining the two basic approaches or trends in investigating the fundamental laws of life, namely: the analytical approach (with all the means available to the modern sciences of the animate and the integrative one (taking place within the frameworks of the systemic-structural and cybernetic notions). The philosophical aspect of the examination permeates into the tissue of the conctere theoretical investigation at all its levels. The concept of reflection is an important methodological regulator in the process of the

theoretical analysis of the problem of biorythms. The working out of a definition of the biological oscillatory process serves as an intertheoretical requirement and as a condition for the setting up of a harmonious theory of biological rhythms. This definition and treatment of the bio-oscillatory process should become the initial ones in setting up the general theory of biorhythms. The latter will become a composite part of future theoretical biology. It is necessary to investigate the biorhythms as an evolutionary phenomenon. In the course of this investigation explat nation will be sought also for the most fundamental parplayed by rhythmic processes in such an essential property of the biological system as is the self-organization. Self-organization is invariably restriction and the maintenance of stability and equilibrium within strictly determined limits. It st is precisely the oscillatory processes which perform the function of this restriction. That is why it becomes evident that the rhythms secure self-organization and determine its most important characteristics.

Chapter 18

EMOTIONS, SENTIMENTS AND VOLITION AS FORMS OF REFLECTING REALITY

There are two opinions in philosophy and psychology today: according to one of them all psychic phenomena are forms of psychic reflection; according to the other on such forms are only sensations, perceptions and thinking

The definition of emotions as „reflection of man's attitude toward the facts of reality" needs certain specification. A more accurate definition has been offered, namely: „Emotions are one of the forms of reflection, though they do not reflect objects and phenomena of the real world, but rather the relations in which they stand toward the needs, aims and motives of the activities of the man experiencing them."

All Soviet textbooks in psychology have so far defined the concept of volition through that of „capacity" or „ability". This Chapter develops the concept of „volition as capacity and as a form of reflection" and it substantiates the concept of volition as a form of reflection.

The Chapter specifies the concept of emotions as a form of reflection (which is the initial one in the definition of both sentiments and volition through the concept of the necessities. Necessities as a psychic phenomenon reflect the need of certain objective factors or others. Consequently, emotions are essentially a reflection of man's

needs as an organism, and sentiments reflect man's needs as a personality.

The relations have been shown among emotions, sentiments and volition, as forms of reflection, and with other of its forms, such as sensation, perceptions, thinking and memory. Memory is shown to be a follow-up form of all other forms of reflection. That is why, the place is shown of emotional and volitional memory among its other forms, and also the connection between volitional memory and discipline as characteristics of the individual. The principle of the personality approach has been adhered to throughout the entire Chapter.

Chapter 19
REFLEKTION, INFORMATION, CONTROL

Substantiation if offered for the views about the identity and differences of the concepts of reflection and information. Information is defined as reflected variety, or reflection of variety, and it is assumed that information is a universal property of matter. With the development of matter on the level of cybernetic systems there appear certain new properties of matter such as content (significance) and value which are studied by the semantic and pragmatic theories of information. An opinion is put forward on the significance of information as a particular type of semantics adequacy of reflection, and of value as pragmatic adequacy.

It is pointed out that control, in its capacity of a higher type of cybernetic-information processes connected with data processing, constitutes the unity of external and internal processes of reflection. The internal processes of reflection are referred to as processes of the realization of a programme or aim in a cybernetic system. In this connection an analysis is made of the law of requisite variety of W. R. Ashby.

It is likewise pointed out that the different forms of movement of information can be presented as specific reflectory processes. Special attention is devoted on an analysis of the information-reflectory aspects of decision making as a moment of control under the conditions of different types of indeterminateness (syntactic, semantic and pragmatic).

Information is examined as a concept unifying the concept of connection and control in cybernetics, and as a result of that the possibility is discussed of creating an information theory of control. It is emphasized that the

category of reflection as a universal property of matter plays an important part both in the methodological understanding of cybernetics and in the solution of its contemporary problem situations.

Chapter 20

THE CYBERNETIC THEORY OF IDENTIFICATION AND TGE TGEORY OF REFLEGSION

An examination is made of the methodological and theoretical prerequisites and characteristics of the existing general theory of automatic identification (discernment or differentiation) of „images" and the prospects of its development.

The specificities of the concept of „image" (class) stand out upon comparison with the characteristics of the gnosiological image. There are four closely interrelated specificities: 1) The quantitative or metric character of identification is based on a set of parameters which is the same for the entire alphabet of the identifiable classes, furthermore, no account is taken of the properties (parameters) specific for each class. This restriction underlying the method of mathematical description of images by means of the concept of multidimensional space of parameters, limits also the application of methods of identification through the sphere of homogeneous classes. 2) The relative (not absolute) character of identification, i. e. with precision of disitinguishing the presented classes from one another. 3) The phenomenological character of identification: this takes place, as a rule, at the level of the exter nal properties and relations, not the essential ones; 4. The logical operations of comparison, of identification and differentiation, and of analysis and synthesis pertain of the nature of direct (not mediated) conclusions.

The expansion of the capacities of the theory of automatic identification is connected with the transformation of its theoretical foundations and, in the first place, with the removal of a number of limitations determining the above characteristics of identification. This leads to the formulation of a new (IV) type of tasks of identification and to the need of creating a new mathematical apparatus. The revised theory will correspond partially (in a number of aspects) to the gnosiological teaching about the empirical level of cognition, duly enriching this teaching and making it more specific.

Содержание

Раздел I
ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

Глава 1

Проблема активности отображения 13

1. Понятие относительной активности отображения 14
2. Условия возникновения высокоактивного отображения 16
3. Системный характер высокоактивного отображения и основные элементы его структуры 20
4. Объективный критерий высокой активности отображения 26

Глава 2

Принцип причинности и теория отражения

1. Принцип причинности и его теоретико-познавательная роль 29
   Гносеологические позиции и понимание причинности 29
   О всеобщности принципа причинности 33
2. Место принципа причинности в теории отражения 36
   Причинная теория восприятия 36
   Теория познания и принцип причинности . . . 40

Глава 3

Логические структуры в процессе отражения

1. Логические структуры в процессе обыденного мышления 44
2. Познание и использование логических структур 55

Глава 4

Гипотеза в современной науке

1. Общая характеристика гипотезы и ее роль в познании 59
2. Условия состоятельности гипотезы 63
3. Проблемы доказательства и подтверждения гипотез 67

Глава 5

Принцип отражения и математика 78

Глава 6

Идея вероятности и проблемы отражения

1. О теориях жесткодетерминированных систем . . 88
2. Статистические теории, сложные системы и уровни кодирования информации 91
3. Два класса понятий и два уровня содержания статистических теорий 97

Глава 7

Общенаучное значение принципа отражения

1. Свойство отражения в свете диалектико-материалистического монизма 104
2. Отражение и формализация 109
3. Концепция отражения как атрибута материи и интеграция знаний 116

Раздел II

ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, ХИМИЯ

Глава 8

Квантовая механика и действительность

1. Интерференция амплитуд вероятностей и логическая непротиворечивость 127
2. Принцип неопределенности и проблема полноты описания 131
3. Суперпозиция состояний и проблема реальности движения 139

Глава 9

Физичеекая реальность и ее отражение в понятиях квантовой физики

1. Понятие физической реальности 142
2. Понятия физической реальности в классической и квантовой физике 145
3. О вероятностных и статистических видах описания 147
4. Сводимые и несводимые вероятности в описании физических систем 148
5. Понятие чистого и смешанного ансамблей и проблема объективного описания 151
6. Понятия макроприбора и наблюдателя и описание микрообъектов 152

Глава 10

Проблема обоснования физического знания в свете теории отражения

1. Значение гносеологических предпосылок: природа обосновываемого 157

2. Статус эмпирического факта в качестве основания 162
3. Антипозитивистская тенденция в интерпретации природы знания 166
4. Обоснование знание и познавательная деятельность 169

Глава 11

Теория отражения и проблемы современной астрономии

1. Астрономия и основной философский вопрос . . 173
2. Пути построения теории в астрономии 181
3. Астрономия и проблема адекватности знания . . 186

Глава 12

Химия и проблема отражения

1. О специфике химического отражения 189
2. Об особенностях знания в области химии 192

Раздел III

БИОЛОГИЯ И КИБЕРНЕТИКА

Глава 13

О познании сущности явлений наследственности

1. Введение 197
2. Эпоха монополизма нуклеиновых кислот в проблеме наследственности 198
3. Центральная догма, защита генетического материала, процессы мутации в связи с работой систем ферментов 199
4. Ревизия центральной догмы молекулярной биологии 201
5. Регуляторная деятельность как одно из главнейших генетических явлений 204

Глава 14

Биологические информационные гиперструктуры как формы отражения

1. Понятие гиперструктуры и необходимость специфических методов отражения 210
2. Основные ступени биологических систем информации 215

Глава 15

Активность биологического отражения

1. От активности химического к активности биологического отражения 227
2. Целесообразная активность биологического отражения 230
3. Творческая активность биологического отражения 237

Глава 16

О некоторых проблемах адекватности биологического познания

1. Некоторые особенности современного биологического знания 241
2. Молекулярная биология и проблема адекватности 242
3. Установка на специфику биологического 244
4. Концепция биохимической универсальности . . . 245
5. О соотношении понятий „изменение" и „развитие" 247
6. Об уровнях изучения эволюции 249

Глава 17

Биологические ритмы в свете теории отражения

1. О некоторых предпосылках постановки проблемы 253
2. Биологические ритмы как временной аспект биологического отражения 256
3. Ритмы внутренние и ритмы внешние 265
4. Некоторые вопросы теории биоритмов и математического моделирования 269

Глава 18

Эмоции, чувства и воля как формы отражения действительности

1. Определение эмоций 280
2. Эмоции — генетически исходная и элементарная форма психического отражения 282
3. Роль эмоций и чувств в жизнедеятельности и познании 285
4. Воля в структуре сознания 288

Глава 19

Отражение, информация, управление

1. О связи понятий информации и отражения . . 293
2. Движение информации в кибернетических устройствах как специфические виды отражения . . . 298
3. Информационная концепция управления 301
4. Отражение и принятие решений 305

Глава 20

Кибернетическая теория опознания и теория отражения

1. Понятие „образ". Основные элементы, задачи и условия опознания 311
2. Возможности и особенности опознания „образов" 319
3. О расширении возможностей опознания. Теория опознания и гносеология 323

ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА

ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Редактори
Тодор Павлов, Ф. Т. Архипцев,
П. Гайдев, А. П. Шептулин,
Асен Кытов,
Светослав Славков,
В. С. Тюхтин Б. С. Украинцев
А. Д. Урсул.

Редакторы издательства
Г. А. Давыдова
Е. О. Годунская

Художник Жеко Алексиев
Художественный редактор
Румен Ракшиев
Технический редактор
Милка Иванова
Корректор Милка Войникова

Сдано в набор 20. II. 1973 г.
Подписано к печати 28. V. 1973 г.
Печ. л. 21,75 Уч.-изд. 21,75
Лит. группа II-2 Изда. № 20925
Тем. № 846 формат 65,92/16
Тираж 5000 цена 2 р. 60 коп.

Государственное издательство „Наука и изкуство“ — София бул. „Руски“ № 6

Государственная типография „Георги Димитров“ — София

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Читать	По вине
26	20 сверху	отображени	отображения	типогр.
26	21 „	отоя	ото-	„
37	2 „	однородным	однородными	корр.
112	15 „	элементарынх	элементарных	„